

BHS

I B

54

481

BHS I B 54



F. H. G.

Die
Wiederausrichtung
verworfener
Gänge, Lager und Flötze.

Eine Abhandlung
zur
Geognosie und Bergbaukunde,
vorzüglich nach am Harze angestellten Beobachtungen,
mit
einleitenden und gelegentlichen Bemerkungen über
geognostische Erfahrungen und Hypothesen,

von
Dr. Christian Zimmermann,
Bergsecretär zu Clausthal und Lehrer der reinen Mathematik, Geognosie und
Bergbaukunde an der königl. Berg- und Forstschule daselbst.

Mit sechs Tafeln.

Darmstadt und Leipzig
Druck und Verlag von C. W. Leske.

1 8 2 8.



Gr. Wohlgeboren

dem

**königlich Grossbritannisch-Hannöverschen ersten Ober-
berggrathe zu Clausthal,**

Herrn

Wilhelm August Julius Albert

zum

**Zeichen aufrichtiger Zuneigung, Dankbarkeit und
Verehrung**

gewidmet

vom

V e r f a s s e r.

St. Wohlgemuth

Königlich Preussisch-Mecklenburgischer erster Ober-
begrüßter zu Emden.

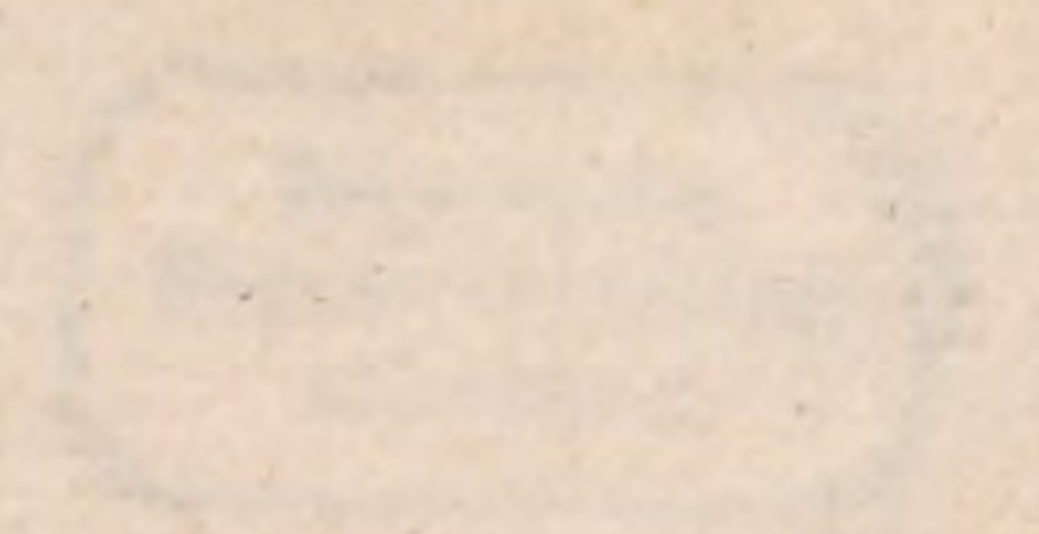
Herrn

Wilhelm August Julius Albert

Leichter aufsteigender, Zehnmal, Zehnmal und

Leichter

Leichter



Wohlgeborener Herr,
Hochverehrter Herr Oberberggrath!

Als ich vor *achtzehn* Jahren Gelegenheit erhielt, unter *Ihrer* Anleitung meine Thätigkeit den Geschäften der Bergwerksverwaltung des Harzes zu widmen, bildete sich bald bei mir die Ueberzeugung, dass mir daraus nicht nur äusseres Lebensglück, sondern vorzüglich auch eine vollkommnere Ausbildung erwachsen werde. Diess war Grund genug, durch Vertrauen und Fleiss nach *Ihrem* Wohlwollen zu streben. *Sie* haben mich damit beschenkt und je mehr ich mich *Ihnen* nähern konnte, um so mehr musste meine aufrichtige Zuneigung und Verehrung, so wie meine aus Dankbarkeit entsprungene Ergebenheit, wachsen. Diese Gefühle auszusprechen, ergreife ich die Gelegenheit der Herausgabe gegenwärtiger

Schrift, deren Zueignung an *Sie* ausserdem keinen andern Zweck hat, als durch *Ihre* Annahme derselben die Versicherung zu erlangen, dass *Sie* meine bergmännischen Nebenbeschäftigungen nicht missbilligen und fortwährend wohlwollend die aufrichtige Ergebenheit aufnehmen, mit der ich stets bin

Ew. Wohlgeboren

Clausthal
den 4. November
1827.

gehorsamster Diener
Zimmermann.

V o r r e d e.

Die erste Veranlassung zu dieser Schrift ist aus der Absicht entsprungen, die Theorie der Verschiebungen älterer Gänge des Bergraths *Schmidt* auf am *Harze* beobachtete Gangverwerfungen anzuwenden. Als diess in einigen Fällen nicht gelingen wollte, forschte ich über den Grund davon weiter nach und fand bald, dass dieser nicht in der Theorie selbst, sondern in den aus ihr für die Wiederausrichtung verworfener Gänge gezogenen Regeln beruhe. Diese sind nämlich den zur Erklärung der Gangverwerfungen dienenden That-

sachen und Annahmen nicht völlig gemäss. Hierdurch wurde ich zu einer nähern Prüfung der für den Bergbau wie für die Geognosie wichtigen Lehre angereizt, welche durch die gründlichen Ansichten des Erfinders der auch von mir bestätigten Hypothese zuerst einen wirklich wissenschaftlichen und praktischen Werth erlangt hat. Der letztere wird bei dieser Lehre von keinem Bergmanne verkannt werden können, der dadurch von der Möglichkeit einer gründlichen Beurtheilung der Gangverwerfungen Ueberzeugung erlangt. Der wissenschaftliche Werth für die Geognosie springt aber von selbst jedem in die Augen, der dafür hält, dass es das wichtigste Geschäft dieser Wissenschaft sei, die Gesetze für die Structur und Lagerungsverhältnisse der die feste Erdrinde bildenden Fossilien-Massen aufzufinden. Die Gänge sind dabei um so wichtiger, da sie sich als eigenthümliche Gebilde zu erkennen geben, die leichter als grosse unübersehbare Gebirge vollständig nach ihrer Eigenthümlichkeit zu erkennen sind. Die Gangverwerfungen sind nun zwar wieder nur einzelne Erscheinungen bei den Gängen,

die sogar als Unregelmässigkeiten gelten können. Aber um so wichtiger scheint es zu sein, sie recht vollständig ins Auge zu fassen, denn es ist gewiss für die beobachtende und erfahrungsmässige Naturforschung die richtige Methode nach der Erkenntniss des Speciellsten zu streben, weil dabei leichter als sonst Vollständigkeit erreicht und also auch die Natur am ersten in ihrer Gesetzmässigkeit erfasst d. h. der Gedanke, welchen die Erscheinungen aussprechen, begriffen werden kann. Das scheinbar Unregelmässige führt übrigens ohnehin oft zunächst auf die Einsicht von einer sonst verborgenen Gesetzmässigkeit. Bestätigen sich wirklich die für die Gangverwerfungen aufgestellten Regeln durch fortgesetzte Beobachtung: so wird daraus die Theorie von den Gängen selbst, woraus diese Regeln abgeleitet sind, inductionsmässig immer mehr begründet werden.

Zu einer solchen Begründung ist jedoch erforderlich, dass die Beobachtungen mit grösster Umsicht, d. h. mit Erforschung aller die Erscheinung begleitenden Umstände ange-

stellt werden, und ganz vorzüglich ist es zur inductionsmässigen Bestätigung der Gangverwerfungsregeln nothwendig, nicht nur generale Angaben über das Streichen und Fallen der Gänge zu erhalten, sondern auch genaue Messungen der Streichungs- und Fallungswinkel an den Puncten, an welchen die Durchsetzungs- und Verwerfungsverhältnisse beurtheilt werden sollen, anzustellen. Dieses Verlangen grösserer Genauigkeit und mathematischer Bestimmtheit bei geognostischen Beobachtungen wird jetzt keinen Anstoss finden, da durch die krystallometrische Methode genaue Messungen als ein wesentliches Erforderniss zur gründlichen Erkennung der natürlichen Verhältnisse unorganischer Körper anerkannt worden sind. Allerdings sind bei geognostischen Individuen bei Lagerungsgängen, solche Messungen oft, wegen der Grösse der Gegenstände, in entgegengesetzter Art schwierig wie bei Krystallen, die ihrer Kleinheit wegen unmessbar werden. Aber diese Schwierigkeiten dürfen nicht abschrecken, nach Erreichung der grössten Genauigkeit zu streben. Nach meiner Meinung wird in der

Geognosie mehr als bisher auf Messungen Rücksicht genommen werden müssen; jedoch ist hier nicht der Ort zu zeigen, wie und in welcher Art diess geschehen sollte. Die Lehre von den Gangverwerfungen wird aber beispielsweise zeigen können, wie die räumlichen Beziehungen der Lagerungsganzen, was die Gänge auch sind, durch genaue Messungen wahrscheinlich immer mehr in ihrer Gesetzmässigkeit zu erfassen sein werden.

Wenn nun aber nur durch vielfältige richtig und vollständig angestellte Beobachtungen die Theorie immer mehr Bestätigung erhalten kann: so ist es wünschenswerth, dass die Momente, worauf es dabei ankommt, von den praktischen Bergleuten, welche zu Beobachtungen im Innern der Erde die vielfachste Gelegenheit haben, recht deutlich und vollständig erkannt werden. Zur grössern Verdeutlichung der in vorliegender Schrift vortragenen Lehren wird aber der Gebrauch von etwa *acht* Modellen dienen können. *Fünf* derselben sind zur Erläuterung der einfachen Verwerfungen hinreichend. Jedes derselben

besteht aus *vier* Brettchen, welche die beiden Gänge darstellen, indem *zwei*, die den durchsetzten Gang bilden, mit den beiden anderen, die indem sie auf einander gelegt werden, den Durchsetzer ausmachen, nach angenommenen Winkelverhältnissen verbunden sind. Durch die Verschiebbarkeit der beiden Brettchen auf einander, die den Durchsetzer ausmachen, lässt sich alsdann eine Verwerfung der Theorie gemäss hervorbringen, wenn die gewählten Winkelverhältnisse eine solche zulassen. Auf diese Weise zeigen die fünf ersten Modelle das Verwerfungsverhältniss 1. bei widersinnigem Fallen, 2. bei rechtsinnigem Fallen, indem der Verwerfer der seigerere Gang ist, 3. und 4. bei rechtsinnigem Fallen, indem der Verwerfer der donlägigere Gang ist und also die Verwerfung entweder nach der Seite des spitzen oder des stumpfen Winkels geschehen kann, und endlich 5. stellen sie auch dar, wie keine Verwerfung eintreten kann. Die übrigen *drei* Modelle dienen zur Nachweisung der Entstehung doppelter Gangverwerfungen. Sie stellen durch Brettchen die noch offenen Gangräume dar und verstatten, dass die Han-

genden der beiden Gänge nach einander abwärts geschoben werden, wodurch alsdann eben die zweifache Verwerfung entsteht. Das *erste* derselben zeigt die doppelte Verwerfung bei widersinnigen Gängen; das *zweite* die bei rechtsinnigen Gängen, welche ein Mal nach der Seite des stumpfen Winkels und das andre Mal nach der Seite des spitzen geschieht, und endlich das *dritte*, inwiefern sie beide Male nach der Seite des stumpfen Winkels am Anfahrungspuncte geschehen könne. Es würde mir angenehm sein, wenn ich Gelegenheit erhielte, durch Besorgung solcher Modelle, wofür die zu erstattenden Kosten nur gering sind, den Inhalt der vorliegenden Schrift zu erläutern.

Bei Anerkennung aller Hülfeleistungen, die ich bei Ausarbeitung dieser Schrift erhalten habe, und indem ich meinen Dank für die Gefälligkeit bezeuge, womit mich mehrere Herren Bergwerksbeamte auf merkwürdige Beobachtungspuncte aufmerksam gemacht haben, kann ich insbesondere die Güte des Herrn Markscheiders *Strauch* in Mittheilung

genauer Zeichnungen von den St. Andreasberger Gangverwerfungen, so wie auch die Theilnahme des hiesigen Markscheider-Eleven Herrn *Kerl* an Ausführung mehrerer Aufnahmen und Berechnungen, nicht unerwähnt lassen.

Clausthal den 14. October 1827.

I n h a l t.

Erstes Capitel.

Historische Vorbereitung und Uebersicht von der neuen Untersuchung über die Verwerfungen, mit Beziehung auf die Anwendung	Seite 3
---	------------

Zweites Capitel.

Einleitung der Untersuchung mit Erörterungen über geognostische Beobachtungen, Erfahrungen und Hypothesen	16
---	----

Drittes Capitel.

Begründung der Theorie der Verwerfungen durch Bestätigung des Satzes: Gänge sind ausgefüllte Spalten.	27
---	----

Viertes Capitel.

Entwicklung und Darstellung der allgemeinen Regel für die Wiederausrichtung verworfener Gänge.	36
--	----

Fünftes Capitel.

Beurtheilung des Werthes der neuen Regel in Vergleichung gegen die <i>Schmidtschen</i> Regeln, so wie auch der zu Grunde liegenden Voraussetzungen.	51
---	----

Sechstes Capitel.

Mathematische Bestimmung der Lage der Durchschnittslinie zweier Gänge, nebst Anwendung dieser Bestimmung und daraus hervorgehende Specialregeln für die Beurtheilung der Gangverschiebungen.	70
--	----

Siebentes Capitel.

Nähere Erwägung der Fälle, in welchen der Theorie gemäss keine Verwerfungen statt finden können und von der Beurtheilung der Grösse der Verwerfungen.	96
---	----

Achtes Capitel.

Beschreibung der auf dem Julianer Orte im obern Burgstädter Reviere bei Clausthal beobachteten Gesteinsenkungen und der dadurch der Theorie gemäss bewirkten Verschiebungen.	115
--	-----

Neuntes Capitel.

	Seite
Anwendung der Theorie und der für die Wiederausrichtung verworfenen Gänge gegebenen Regeln auf am Harze beob- achtete Gangverhältnisse.	137
I. Durchsetzungen und Verwerfungen, die durch eigent- liche Gänge hervorgebracht werden.	138
1) Durchsetzung und Verwerfung des Gnade-Gotteser Gangs durch den Samsoner Hauptgang.	145
2) Durchsetzung des Samsoner Hauptgangs durch den Bergmannstroster Gang.	156
3) Verwerfung des Reicher-Troster Gangs durch den Jacobsglucker Gang.	159
4) Gangverwerfung auf der zum Burgstädter Zuge des Clausthaler Reviere gehörenden Grube Margarethe.	164
II. Gangunterbrechung durch einen faulen Gang, oder eine sogenannte Ruschel hervorgebracht.	166
III. Von den Verwerfungen, Unterbrechungen und Ablen- kungen der Gänge durch Steinscheidungen oder Schlech- ten, eigentliche Geschiebe und Klüfte.	172
a) Gangverwerfungen durch Gesteinscheidungen.	174
b) Verwerfungen oder Ablenkungen und Schleppungen an Geschieben.	177
c) Verwerfung durch eine Gangklüfte.	187

Zehntes Capitel.

Bestätigung der Theorie durch Nachweisung ihrer Ueberein- stimmung mit einigen in auswärtigen Bergwerksgegenden bekannten Gangverhältnissen und von der Möglichkeit doppelter Gangerwerfungen.	188
1. Verwerfung des Kupferkieslagers der Kongens-Grube bei Röraas.	188
2. Verwerfung des Dorotheer-Stehenden durch den Ver- borgnen-Flachen auf der Grube Himmelsfürst bei Freiberg.	191
3. Verwerfung des Hoffend-Glück-Stehenden und Flachen durch den Neuglucker-Spath auf derselben Grube.	192
4. Durchsetzung des Dorotheer-Stehenden durch den Neu- glucker-Spath daselbst ohne Verwerfung.	193
5. Von doppelten Verwerfungen.	196

Die
Wiederausrichtung
verworfener Gänge,
Lager und Flötze.

Let us first consider the
question of the origin of the
word "Gang" and its
meaning.

The word "Gang" is derived
from the Sanskrit word
"gana" which means a
group or a collection of
things.

The Gang and the River

The word "Gang" is also
used to denote a river or
a stream of water.

The Gang and the People

The word "Gang" is also
used to denote a group of
people or a community.

The word "Gang" is also
used to denote a group of
things or a collection of
objects.

The word "Gang" is also
used to denote a group of
people or a community.

The word "Gang" is also
used to denote a group of
things or a collection of
objects.

The word "Gang" is also
used to denote a group of
people or a community.

Erstes Capitel.

Historische Vorbereitung und Uebersicht von den Resultaten der neuen Untersuchung über die Verwerfungen, mit Beziehung auf die Anwendung.

Es ist gewöhnlich, nach vollendeter Darstellung einer Untersuchung, wobei nur die Forschung verfolgt worden, nicht nur von dem Gegenstande derselben und dessen früherer Bearbeitung einen Ueberblick zu geben, sondern auch die erlangten neuen Resultate nochmals in's Auge zu fassen. Beides mag hier aus dem doppelten Grunde vorgehen: die Leser unverzüglich mit dem Zwecke der Schrift bekannt zu machen, und gleich am Anfange von den aufgefundenen Regeln die praktische Anwendbarkeit zu zeigen, ohne welche Viele nicht geneigt sein möchten, sich auf die nachfolgenden Erörterungen einzulassen.

Die ältesten deutschen Bergwerksschriftsteller kennen schon die Erscheinungen, welche durch

übersetzende Gänge bei Lagern, Flötzen und andern Gängen hervorgebracht werden, also auch die Verwerfungen, ziemlich vollständig. Sie begreifen unter letzteren, mit uns, jede Unterbrechung, die ein Gang oder ein Lager in *der* Art durch einen andern Gang oder eine Kluft erleidet, dass die beiden getrennten Theile nicht in einer und derselben Ebene bleiben und in einem horizontalen Durchschnitte seitwärts von einander liegen. So stellen sich auch uns die Gangverschiebungen dar, wie sie auf der Taf. VI. Fig. 2. 3. abgebildet worden.

Agricola *) weiss schon sehr wohl, dass die Verwerfung, vom jedesmaligen Anfahrungspuncte des Verwerfers ab, entweder auf der Seite des stumpfen Winkels (Fig. 2), oder auf der Seite des spitzen Winkels (Fig. 3) liegen könne. Unter dem Anfahrungspuncte verstehen wir nämlich jedesmal den Ort, wo das Streichen beider Gänge zusammentrifft und wo also auch der Verwerfer beim Ortsbetriebe auf dem verworfenen Gange, entweder in seinem Liegenden oder in seinem Hangenden angefahren wird. Der bildliche Ausdruck des *Agricola* gibt, wie gesagt, deutlich genug an, dass eine Verwerfung im spitzen oder stumpfen Winkel Statt finden könne. Seine Beobachtung ist jedoch nicht genau; indem dieser Schriftsteller einen schief heransetzenden Gang einmal wie ei-

*) De re metallica Libri XII. Basil. a. MDCLVII. fol. p. 45.

nen Keil durch den Hauptgang hindurchgehen lässt und doch auch annimmt, dass der Hauptgang den andern, der jetzt als der verworfene vorgestellt wird, mit sich fortgerissen oder ihn zurückgeschoben habe. Er verwechselt also, wie es scheint, den durchsetzten und durchsetzenden Gang mit einander und der Zusammenhang der Durchsetzung mit der Verwerfung möchte ihm demnach nicht klar gewesen sein.

Löhneyss *) spricht zwar von Durchsetzungen und braucht auch das Wort Verschiebung von den Gängen; aber seine Begriffe von der Sache dürften undeutlicher als die des Agricola sein.

Rössler **) handelt ziemlich ausführlich vom Verhalten der Gänge zu einander und in einem besondern Capitel davon »wie die Gänge verschoben werden.« Auch ist ihm fast klar, dass die Durchsetzung die Verwerfung hervorbringe, aber er gesteht zu, es sei nicht wohl zu beschreiben, wie die Gänge verschoben werden. Gleichwohl ist er der Meinung, dass die Wiederausrichtung gewöhnlicher auf der Seite des stumpfen Winkels als auf der Seite des spitzen Winkels geschehe, dass aber bei rechtwinklichem Uebersetzen des

*) Bericht vom Bergwerk. Frankf. 1672. fol. p. 17 u. Taf. Nr. 16.

**) Speculum metallurgiae politissimum. oder: hellpolirter Bergbau-Spiegel u. s. w. Dresden 1700. Fol. p. 73 u. 74. Kupfertafel Nr. 17.

Verwerfers nicht darüber zu entscheiden sei, ob die Wiederausrichtung wahrscheinlicher auf der einen oder auf der andern Seite geschehen könne. Uebrigens hat *Rössler* auch schon recht gut erkannt, dass die Verwerfungen eben sowohl im Fallen als im Streichen sich ereignen. Wie sie aber beide demselben Gesetze unterliegen, ist ihm nicht klar. Die Aufgabe, verworfene Gänge wieder auszurichten, also die praktische Beziehung der Sache, hat er ziemlich vollständig gefasst. Die Auflösung indessen ist von ihm nicht gefunden, und er lehrt nur, dass man annehmen dürfe, die Verwerfung werde an tieferen Puncten ähnlich geschehen, wie an höheren. Für solche Fälle, wobei das Verhalten der Verwerfung überall noch nicht bekannt, verlangt er rissliche Darstellung zur nähern Beurtheilung. Darin ist er auch auf dem rechten Wege; aber er gibt nicht näher an, wie die Beurtheilung anzustellen sei und welche Regulative dafür gelten, mithin lässt er, wie gesagt, das Problem selbst unaufgelöst.

Oppel *) scheint der wahren Erkenntniss des Verhältnisses der Verwerfung näher gewesen zu sein als *Werner*. Für die Ausrichtung der Verwerfungen im Streichen ist die Anweisung des erstern zwar gleichfalls auf die Annahme gegründet, dass sie am gewöhnlichsten im stumpfen Winkel geschehen könne und eben so bezieht sich

*) Bericht vom Bergbau. Leipzig 1772 in 4. p. 33. 34.

seine Vorschrift für die Wiederausrichtung eines Gangs, der dem Fallen nach durch einen Schacht aufgeschlossen wird und verworfen ist, auf die Annahme, dass die Fälle, worin die Verwerfung im Streichen nach der Seite des stumpfen Winkels geschieht, die häufigeren seien; denn nur in diesen Fällen steht durch das weitere Absinken auf dem Verwerfer der verlorene Gang wieder zu finden. Mithin sind hier noch immer die Regeln völlig empirisch und nur für die häufiger vorkommenden Fälle geltend. Aber *von Oppel* hat dadurch einen wesentlichen Fortschritt in der Lehre begründet, dass er die Sprünge der Flötze lediglich so beurtheilt, wie aus der Erfahrung hervorgeht, wonach im Hangenden eines übersetzenden Ganges die Flötzschichten tiefer liegen, als an dem Liegenden. Jedoch ist er noch immer nicht auf den Punkt gekommen, dass dieselbe *Ursache*, welche die tiefere Lage der Flötzschichten am Hangenden des Gangs, der Kluft oder des Wechsels hervorgebracht hat, auch die Seitenverschiebung der Gänge, oder die Verwerfungen im Streichen, bewirkte, mithin beides übereinstimmend einem und demselben Gesetze unterliege.

Delius *) sucht, indem er die Gänge als durch Austrocknung entstandene Spalten ansieht, aus dieser Annahme auch die Verwerfungen zu er-

*) Anleitung zu der Bergbaukunst. 2te Aufl. Wien 1806.
Thl. 1 p. 84—87.

klären. Er setzt voraus, dass *offene* Spalten vorhanden gewesen, als *neue* die ersteren durchkreuzende entstanden und glaubt, dass alsdann die später entstandenen Spalten in der Offenheit der ersteren ihre Endigung gefunden haben müssten, oder doch nicht immer gerade durch dieselben hätten hindurch setzen können, sondern erst etwas rechts oder links in der ältern Gangspalte wieder anfangen oder weiter hätten fortgehen können. Hiernach wäre der verworfene Gang als der jüngere anzusehen. Dieser Annahme widerspricht aber Vieles bei *eigentlichen Durchsetzungen*, wenn gleich ein gänzliches Abschneiden oft durch das Zulaufen eines jüngern Gangs zu einem ältern wird erklärt werden können und auch für manche Verwerfungsfälle, wo ein *eigentliches Durchsetzen* nicht statt findet, die Verwerfungen nur zu erklären sind, wenn die Gänge als noch offene Spalten gedacht werden. Bei der eigentlichen Durchsetzung läuft der eine Gang (der jüngere) mit seinen Salbändern durch den andern (den ältern) hindurch, und *Delius* Theorie kann dabei keine Anwendung leiden, wie sich dann auch überhaupt daraus kein Gesetz für die Erscheinung ergibt, da nicht abzusehen, weshalb und nach welcher Regel eine solche zusetzende Spalte nur weiter im Hangenden oder Liegenden, rechts oder links auf der andern Seite der Spalte, der sie zusetzte, wieder weiter fortgehen sollte. Der Gedanke, dass die Gangverwerfungen schon entstanden, als die Gänge noch offene Spalten waren,

ist indessen nicht unbeachtet zu lassen, und ich habe davon Gebrauch gemacht; freilich in ganz anderer Art als *Delius*.

Werner *) legt durch seine Erklärung der Verwerfungen, — wonach sich das durch eine neue, die durchsetzende, Gangspalte abgelöste Stück Gebirge mit dem darin befindlichen Theile des durchschnittenen Gangs seitwärts gezogen haben soll, — deutlich an den Tag, dass er den Zusammenhang zwischen den Verwerfungen im Streichen und denen im Fallen noch nicht deutlich erkannt und unbeachtet gelassen hat, worauf *Oppel* ihn hätte hinführen können. Aber seine Vermuthung, dass sich das durch die neue Spalte, den übersetzenden Gang, losgezogene Stück Gebirge mit dem darin enthaltenen Theile des ältern Gangs seitwärts gezogen habe und dass daraus die Verwerfung zu erklären sei, enthält doch schon die Andeutung, dass eine Bewegung, die als die Wirkung einer neuen Spaltenbildung zu betrachten, die Ursache der Gangverwerfung sei.

Zur völligen Anschaulichkeit brachte diess indessen erst Herr Bergrath *Schmidt* **), der klar erkannte, dass die Verwerfungen im Streichen

*) Neue Theorie von der Entstehung der Gänge. Freiberg 1791. 8. p. 82.

**) Theorie der Verschiebungen älterer Gänge. Frankf. 1810. 8.

demselben Gesetze unterliegen, wie die im Fallen, und dass also die tiefere Lage der Flötzschichten im Hangenden der Gänge, d. h. die augenscheinliche Senkung des Hangenden, auch zur Erklärung der Seitenverschiebungen, der Verwerfungen im Streichen, führe. Der genannte Gebirgsforscher hielt jedoch nicht fest, dass, wenn die Senkung des Hangenden die Verschiebung bewirke, die Richtung derselben jedesmal aus der Abweichung der Fallungsrichtung des Durchsetzers von der Richtung der Durchschnittslinie beider Gangebene zu beurtheilen sei; und da er überhaupt geometrische Verzeichnung und Rechnung vermieden hat, so sind seine Regeln für die Wiederausrichtung der verworfenen Gänge mangelhaft geblieben.

Herr Prof. *Hecht* *) hat diesem Mangel in so weit abgeholfen, als er eine allgemeine Regel, wonach mechanisch mit Hülfe der Bestimmung der Durchschnittslinie der beiden Gänge die Aufsuchung des verworfenen Gangstücks geschehen kann, gegeben hat.

In ähnlicher Art habe ich, als mir die Methode des Herrn Prof. *Hecht* noch unbekannt war, eine allgemeine Regel für die Wiederausrichtung der

*) Einfache Construction zur Bestimmung der Kreuzlinie zweier Gänge, nebst Anweisung, um mit Hülfe der Kreuzlinie einen verworfenen Gang wieder aufzusuchen. Mit zwei lithographirten Tafeln. Leipzig 1825. 8.

Gänge gefunden, von der ich glaube, dass sie grössere Evidenz der Theorie gewährt. Jedenfalls hoffe ich, dass die Eigenthümlichkeit ihrer Entwicklung, so wie auch der weiter darauf gegründeten Erörterung der ganzen Lehre von den Gangverschiebungen, nicht verkannt werden wird. Meine Hauptregel heisst: *Bestimme die Lage des Durchschnitts der beiden Gangebene; errichte am Anfahrungspuncte auf dem Streichen des Verwerfers ein Loth; und suche nach Ueberbrechung des Verwerfers das verworfene Gangstück auf der Seite auf, nach welcher hin das Loth, in seiner Richtung nachdem, dem Anfahrungspuncte entgegen gesetzten, Salbande, von dem Durchschnitte abweicht.*

Diese allgemeine Regel fordert immer Verzeichnung oder Rechnung und deshalb ist es wichtig, dass mit ihrer Hülfe drei Hauptfälle der Verwerfung haben unterschieden werden können, von denen zwei speciellen Regeln unterliegen, die so fort ohne Weiteres, d. h. ohne dass Verzeichnung oder Rechnung erforderlich wird, zur Beurtheilung darüber dienen, auf welcher Seite die Wiederausrichtung der Gänge zu erwarten ist. 1) Bei widersinnig fallenden Gängen ist die Wiederausrichtung immer auf der Seite des am Anfahrungspuncte liegenden spitzen Winkels, 2) bei rechtsinnig fallenden Gängen aber, wenn der Verwerfer der seigerer fallende Gang ist, auf der Seite des stumpfen Winkels zu versuchen und 3) nur alsdann ist die allgemeine Regel in An-

wendung zu bringen, wenn bei rechtsinnigem Fallen der beiden Gänge der Verwerfer der flacher fallende ist; indem alsdann, gemäss dem Winkelverhältnisse, die Verwerfung sowohl nach der Seite des spitzen, als der des stumpfen Streichungswinkels, der Theorie nach, hat geschehen können und nur die genauere Beurtheilung darüber entscheiden kann, ob der eine oder der andere Fall eintreten müsse.

Die Anwendung dieser Regeln auf wirklich beobachtete Verwerfungsfälle hat übrigens die Theorie vielfältig bestätigt, und wenn auch z. B. von *Greenough* *) Zweifel gegen die allgemeine Uebereinstimmung der Thatsachen erhoben worden ist: so steht doch, insbesondere aus der von mir mitgetheilten und erklärten directen Beobachtung über die Senkung des Hangenden der Klüfte auf dem Julianer Orte im hiesigen obern Burgstädter Grubenreviere, so wie aus vielen beobachteten Gangverwerfungen mit grösster Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass die etwai- gen Ausnahmen von der Regel durch locale Verhältnisse bedingt sind, welche übrigens die Gesetzmässigkeit der ganzen Erscheinung nicht aufheben. Die Spaltentheorie von den Gängen erhält durch die nach unseren Regeln beurtheilten genau beobachteten Gangverschiebungen offenbar

*) Kritische Untersuchung der ersten Grundsätze der Geologie.
Aus dem Englischen. Weimar 1821. 4. p. 229. 230.

fast bis zur völligen Evidenz Bestätigung, und es ist nur zu bedauern, dass die meisten Beobachtungen z. B. auch die von Herrn *Waldauf von Waldenstein* *) über Gänge in Cornwallis mittheilten, so wie die der Herren *Brochant de Villiers*, *Dufrenoy* und *Elie de Beaumont* **) über die Gänge in Cumberland und Derbyshire, nicht hinreichend genau sind, um sie auf unsere Theorie zulegen zu können.

Als bemerkenswerthe Resultate kann ich folgende anführen:

1) Es gibt Fälle, worin der Theorie nach keine Verwerfungen eintreten können, und worin sie auch in der Natur nicht vorkommen.

2) Gänge sind auch im Zustande der Offenheit verworfen worden.

3) Bei dieser Annahme ist es auch zu erklären, dass sich Gänge wechselseitig haben verwerfen können und also doppelte Verwerfungen entstanden sind.

*) Die besonderen Lagerstätten der nutzbaren Mineralien. Wien 1824. 8. p. 154. §. 159.

**) Sur les mines de plomb du Cumberland et du Derbyshire. Annales de mines T. XII. p. 339 u. 401; daraus in *Karstens Archiv für Bergbau und Hüttenwesen*. Berlin 1827. 8. Bd. XIV. p. 302.

Diese Resultate leiden offenbar wieder wichtige Anwendungen auf die bergmännische Beurtheilung von Gangverhältnissen.

1) Wenn der Theorie nach keine Verwerfung eintreten kann und dennoch der Gang nicht am entgegengesetzten Salbande des Durchsetzers wieder fortläuft: so ist die Wiederausrichtung nicht zu erwarten und vielmehr anzunehmen, dass ein gänzlichliches Abschneiden statt finde.

2) Wenn Gänge auch im Zustand der Offenheit haben verworfen werden können: so darf man sich nicht immer damit begnügen, bei einer scheinbaren Wendung des Gangs dieser allein zu folgen, sondern man muss vermuthen, dass ein Verwerfungsverhältniss statt finde, und also der scheinbar gewendete Gang wieder in seiner Stunde auszurichten sein werde.

Dieses Verhältniss ist insbesondere auch in Rücksicht der doppelten Verwerfungen zu beachten, wie sie z. B. die Fig. 1. Tafel VI. zeigt.

3) Vergrösserte Mächtigkeit der Gänge bei ihrer Durchsetzung erklärt sich ebenfalls aus doppelter Verwerfung, wie die Fig. 4. Taf. VI. wahrnehmen lässt; eben so wie auch verminderte Mächtigkeit am Scharungspuncte.

4) Verwerfungen können auch durch Gesteinsklüfte oder Gebirgsschichten bewirkt werden,

weil die Gänge als offene Klüfte haben verworfen werden können, indem sich das Hangende der Gebirgsschicht in der Richtung des Fallens senkte. Diese Verwerfungen können also auch nach denselben Regeln beurtheilt werden, wie eigentliche Gangverwerfungen.

Diese Bemerkungen mögen hinreichend sein, um die Resultate der Untersuchung und deren Anwendung vorläufig anzuzeigen; so wie auch die Ueberzeugung zu erregen, dass die genaue Kenntniss der Gangverwerfungen dem Bergmanne überall vielfältig zur Beurtheilung von Verhältnissen bei den von ihm bebauten Gängen dienen kann; in welcher Rücksicht sich ohne Zweifel künftig noch manche Anwendung der im Folgenden näher entwickelten Lehre von den Gangverwerfungen ergeben wird.

Zweites Capitel.

*Einleitung der Untersuchung mit Erörterungen über
geognostische Beobachtungen, Erfahrungen und
Hypothesen.*

Durch einige von ihm mitgetheilte Beispiele glaubte der berühmte Bergwerkskundige und Gebirgsforscher von *Charpentier* *) den Satz begründen zu können, dass sich aus dem Verhalten zweier Gänge bei einem ihrer Durchschnittspuncte niemals auf ein gleiches Verhalten in mehreren unter oder über einander gelegenen Durchschnittspuncten schliessen lasse. Mit einem solchen Ausspruche wäre nun freilich, wenn er als richtig anerkannt werden müsste, allen geognostisch-bergmännischen Beobachtungen über den Gegenstand, welchem ich hier eine nähere Untersuchung widme, in wissenschaftlicher wie in technischer

*) *Beobachtungen über die Lagerstätten der Erze.* Leipzig bei Göschen 1789. p. 104.

Rücksicht der Stab gebrochen, und sie könnten fernerhin nur als leere Gedankenspiele eines unbeschäftigten Geistes betrachtet werden. Denn aus diesem Satze folgt, dass der erfahrene Bergmann unter ähnlichen Umständen nicht auch ähnliche Erscheinungen erwarten dürfe. Wenigstens würde bei Ausschliessung dieser Folgerung der Satz nur ausdrücken können, dass unter andern Umständen auch Abänderungen der Erscheinungen eintreten, also Umstände die Sache verändern. Wird aber danach gefragt, wie aus der Veränderung der Umstände auf die Verschiedenheit der Erscheinungen zu schliessen sei: so kann nach dem Ausspruche *Charpentier's* wieder die Möglichkeit davon nur verneint werden. Denn wenn überall von bekannten Fällen nicht auf ähnliche zu schliessen ist, wie sollte man aus der Veränderung der Umstände die Modificationen der Erscheinungen auszumitteln im Stande sein?

Von Charpentier *) dringt auf reine Erfahrung, d. h. wenn ich ihn und Herrn *von Göthe*, von dem der Ausdruck entlehnt ist, richtig verstehe, auf Beobachtung, die bei den Einzelheiten der sinnlichen Wahrnehmung stehen bleibt, ohne sie zu verbinden; denn eine Verbindung würde nicht ohne Urtheilen und Schliessen aufzufinden sein und also die Reinheit der Beobachtung, nach jener Ansicht trüben. Allerdings sollen aus Beobach-

*) a. a. O. Vorrede.

tungen zunächst immer nur reine Thatsachen hervorgehen, und sie dürfen daher nicht, aus Vorliebe für Meinungen, in ein solches Licht gestellt werden, dass die Thatsachen die Farbe der Meinungen annehmen. Aber darin kann doch gewiss die Reinheit der Beobachtung nicht bestehen, die natürlichen Erscheinungen unvollständig zu beobachten, und während die eine wahrgenommen wird, andere, die dazu gehören, ausser Acht zu lassen. Wie könnte dem ein Buch verständlich werden, der dasselbe rück- und vorwärts aufschlagen und auf jeder Seite ein Wort oder nicht einmal ein Wort lesen, sondern vielmehr nur einzelne Buchstaben bemerken wollte?

Wie sehr die Vereinzelung der Beobachtung, wobei die bedingenden Umstände ausser Acht gelassen werden, Thatsachen als völlig regellos erscheinen lassen kann, die gleichwohl unter einer nachweislichen Regel stehen, davon mag eins der Beispiele einen Beweis liefern, die *von Charpentier* zur Begründung seines eben angeführten Satzes mitgetheilt hat. Dasselbe enthält folgende Angaben über Gänge der Grube *Neuer Morgenstern* bei Freiberg: »Der dasige stehende Gang *Ludwig* »durchschneidet zwei Spathgänge, *Abraham* und »*Jacob* in nachstehenden Tiefen unter dem Stollen. In 20 Lachtern nämlich wird der Spathgang »*Abraham* so durchschnitten, dass er weiter gegen »Osten nur in Klüften fortsetzt, und eben so in »30 Lachtern Tiefe. Der Spathgang *Jacob* hinge-

»gegen, der von dem Spathgange Abraham in
»eben der Tiefe von 20 Lachtern $9\frac{1}{2}$ Lachter ge-
»gen Süden entfernt ist, wird von dem stehenden
»Gange auch durchschnitten und dabei zugleich
» $3\frac{1}{2}$ Lachter in der Tiefe von 30 Lachtern aber
» $1\frac{1}{8}$ Lachter verrückt. In der Tiefe von 40 Lach-
»tern liegen beide Spathgänge nur $1\frac{5}{8}$ Lachter aus-
»einander; der erste wird von dem stehenden
»Gange $\frac{1}{2}$ Lachter beim Durchschnitte verrückt,
»und der zweite setzt hier nur in Klüften über.
»In der Tiefe von 50—60 Lachtern haben sich beide
»Gänge vereinigt, und sind beim Durchschnitte
»vom stehenden Gange nur $\frac{1}{2}$ Lachter verrückt
»worden. In 70 Lachtern Tiefe aber, so weit man
»bis jetzt mit dem Grubenbau gekommen ist, be-
»trägt die Verrückung gar nur $\frac{3}{8}$ Lachter und
»nähert sich solcher Gestalt immer mehr einem
»Durchschnitte ohne Verrückung.«

Es ist hier bloss das Verhältniss der Verrückung angegeben und die Beobachtung ist lediglich darauf beschränkt geblieben, ohne die Umstände, die dasselbe bedingen und modificiren, zu beachten. Zur Regelmässigkeit der Erscheinungen gehört aber nicht unbedingt, dass sie stets unabgeändert dieselben seien. Scheinbare Abweichungen und Verschiedenheiten können gerade, den bedingenden Umständen gemäss, der Regelmässigkeit völlig entsprechen und die Erscheinungen würden vielmehr unregelmässig zu nennen sein, wenn jene Abweichungen nicht statt gefunden hätten.

Einen solchen Fall glaube ich in dem vorgelegten Beispiele gefunden zu haben. *Von Charpentier* hat die begleitenden Umstände nicht angeführt. Das Streichen und Fallen der in Rede stehenden Gänge wird nicht von ihm angezeigt, noch weniger aber angegeben, ob eine Veränderung des letztern nach der Tiefe hin zu bemerken sei. Nach *Daubuisson* *) hat der Abrahamer Spath ein Streichen in St. 9. 6 und ein Fallen nach Süden unter einem Winkel von $56\frac{1}{2}^{\circ}$; Der Jacober soll zwar im Streichen nur wenig von erstem verschieden, jedoch ein Trum davon sein und ein viel beträchtlicheres Fallen haben. Wenn es nun nicht zu läugnen ist, dass die Streichungs- und Fallungsverhältnisse der Gänge auf die Verschiebungen derselben Einfluss haben und, wie weiter unten näher hervorgehen wird, darin selbst Bedingungen liegen, unter welchen beurtheilt werden kann, ob eine Gangverschiebung eintreten werde, oder nicht: so ist schon hieraus sehr begreiflich, dass der Ludewiger stehende Gang, dessen Streichungslinie zwischen Stunde 2 und 3 liegt und dessen Fallen 76° beträgt, die beiden Spathgänge nicht in gleichem Maasse hat verschieben können, wenn auch von allen übrigen, vielleicht noch anderweitig die Durchschnittsverhältnisse der beiden Gänge modificirenden, Umständen abgesehen

*) Des mines de Freiberg en Saxe par Daubuisson. Leipzig 1802. T. III. p. 207.

wird. Dass übrigens die betreffenden Gänge in den verschiedenen Teufen nicht immer gleiches Fallen beibehalten werden, lässt sich schon deshalb vermuthen, weil nach den vorliegenden Angaben sich beide in der Tiefe vereinigen. Aus der Veränderung des Fallungswinkels lässt sich aber sehr wohl erklären, dass bei einem Gange, der in oberer Höhe keine Verwerfung erlitt, eine solche in grösserer Tiefe mehr oder weniger eintritt und umgekehrt, dass ein Gang, der in oberer Höhe verworfen ist, in grösserer Tiefe weniger beträchtlich oder gar nicht verworfen sein kann.

Um indessen mit Sicherheit über den eben besprochenen Fall urtheilen zu können, sind genauere Angaben über alle darauf in Bezug stehende Thatsachen erforderlich, die mir fehlen und welche von *Charpentier*, indem er die Erscheinung der Verschiebungen für unregelmässig und gesetzlos glaubte halten zu dürfen, unbeachtet gelassen hat. Ich habe dieses Beispiel nur anführen wollen, um zu zeigen, wie bisweilen das scheinbar Regellose nach seiner Gesetzmässigkeit nicht zu beurtheilen steht, weil die Beobachtungen nicht vollständig genug die zu berücksichtigenden Verhältnisse darlegen. Es ist mir überhaupt, wenn ich Beobachtungen Anderer benutzen wollte, diess oft unthunlich gewesen, da ich dabei die wesentlichsten Umstände gänzlich vernachlässigt fand. Dazu gehören bei Gangverhältnissen ohne allen Zweifel die Streichungs-

und Fallungswinkel; zumal wenn über Verschiebungen geurtheilt werden soll. Diese sehr einfache und gewiss als unumgänglich nothwendig erscheinende Forderung ist von den Beobachtern vielfältig unberücksichtigt gelassen und demnach ist schon aus der grossen Unvollkommenheit der Beobachtungen zu erwarten, dass dieselben, wenn auch wirklich ein gültiges Gesetz für die Gangverschiebungen gefunden wäre, dennoch nicht damit übereinstimmen möchten. Genaues Messen und Rechnen oder Verzeichnen darf bei Bestimmung der Gangverhältnisse eben so wenig unterlassen werden, als bei Krystallbestimmungen und sollte überhaupt bei *geognostischen* Beobachtungen, wo es so oft zulässig ist, nicht als unnütz, und als durch diese oder jene ungefähre Angabe ersetzt, betrachtet werden. Sollte die Natur bei den grossen Constructions-Verhältnissen der festen Erdrinde nicht ebensowohl wie bei Krystallbildungen mathematischen Formgesetzen unterworfen sein, die sich in ihrer Abhängigkeit von einander nachweisen lassen?

Es ist ein oft ausgedrückter und fest gehalten, aber nach meiner Meinung eben so oft missverstandener Gedanke, dass die wahre Erfahrung *nur* in der Kenntniss von Einzelheiten bestehe, die lediglich durch Beobachtungen darüber, wie hier oder dort irgend ein Naturverhältniss erscheint, erlangt werde. Eine solche *Kenntniss* kann sowohl für die Technik (die Be-

nutzung der Natur) als auch für die Wissenschaft nur geringere Vortheile gewähren; denn sie gibt keine *Erkenntniss*, die von allen natürlichen Erscheinungen und Zuständen nur darin bestehen kann, dass wir dafür Regeln von grösserer oder geringerer Allgemeinheit, nach denen sie werden oder sind, feststellen. Auch das Mannigfaltige und scheinbar völlig Unregelmässige in den That- sachen, die einen und denselben Gegenstand be- treffen, muss nothwendig Zusammenhang haben. Die natürlichen Erscheinungen, es kann über- flüssig scheinen, dass ich es sage, hängen nicht vom Zufalle ab, sondern entstehen und bestehen nach wohl bestimmten Gesetzen, die freilich durch gegenseitige Einwirkung oft wechselseitig so sehr modificirt werden mögen, dass es dem beschränkten menschlichen Verstande nur in we- nigen Fällen gelingen kann, die gesetzmässige Abhängigkeit der That- sachen von einander durch völlig gültige und evidente Constructionen nach- zuweisen. Aber auch selbst da, wo allgemeine Bestimmungen nicht erlangt werden können, darf doch, wenn Beobachtungen irgend zu einer An- sicht oder Benutzung führen sollen, eine einzelne That- sache nicht aus dem natürlichen Zusammen- hange gerissen werden, worin sie steht. Sie muss auch mit andern unter ähnlichen Umständen statt findenden nicht verglichen werden, ohne dabei die begleitenden Umstände so vollständig als thunlich zu beachten. Wer möchte leugnen, dass der erfahrene Bergmann, wenn er dieser Maxime

folgt, aus gewissen beobachteten Thatsachen, die wichtige Veränderungen der Lagerstätten seines Erzreviers begleitet haben, die Wiederholung solcher Veränderungen erwarten dürfe, sobald jene wieder eintreffen. Solche Vermuthungen sind freilich unvollkommen, und die darauf gegründeten praktischen Regeln unsicher, so lange kein nothwendiger Zusammenhang zwischen den betreffenden Thatsachen nachgewiesen ist. Wo aber ein solcher entdeckt werden kann, da lässt sich auch mit Sicherheit von einer auf die andere schliessen, und hierin liegt der Unterschied der Theorie von der Empirie *). Jede Erfahrung wird um so vollständiger sein, je mehr sie dazu dient, von dem gesetzmässigen Zusammenhange der Erscheinungen Ueberzeugung zu geben. Da ich hier das Wort Erfahrung anders gebrauche, als es vielleicht gewöhnlich geschieht, so will ich zur Erläuterung anmerken, dass ich dafür halte, es sei darunter immer eine Ueberzeugung von dem Werden oder Sein eines Naturzustandes zu verstehen, die nicht bloss Ergebniss sinnlicher Anschauung, sondern zugleich ein Ausspruch des urtheilenden Verstandes ist.

Die Erfahrung ist zunächst nur für den vorhanden, der sie gemacht hat, sie ist subjectiv, da sie stets auf der eigenen Anschauung, Empfindung und Beurtheilung beruht. Wenn nun aber

*) Neue Kritik der Vernunft von Fries. Bd. II. p. 294—297.

dieselbe von solcher Art sein könnte, dass sie den Zusammenhang zwischen allen Umständen, worunter sich gewisse Erscheinungen ereignen, und zwischen den Erscheinungen selbst mit Nothwendigkeit nachzuweisen vermöchte; so würde sie allgemeine, unmittelbar aus dem Gegenstande hervorgehende, also objectiv gewordene, Uezeugung gewähren und mit der Theorie zusammenfallen, die solche Nachweisung versucht. Es ist gewiss, dass wenigstens bei Naturverhältnissen, welche der mathematischen Construction zu unterwerfen sind, das Gesetzmässige der Erscheinungen in ihrer Abhängigkeit von einander vollständig erwiesen werden kann; und es mag nun der Fall sein, dass bei der Naturbeobachtung Thatsachen hervorgehen, durch welche sich andere erschliessen lassen, oder es mag eine Annahme (Hypothese) gemacht werden, aus welcher sich Constructionen für gewisse Naturerscheinungen ergeben: so wird jedenfalls das Getrennte, Einzelne und Mannichfaltige der Beobachtung dadurch, in so weit mathematische Verhältnisse in Betracht kommen, mit wissenschaftlicher Nothwendigkeit verbunden. Auf diese Weise entspringen Gesetze (Regeln) für die Erscheinungen, und so lange richtige Beobachtungen diesen Gesetzen nicht widersprechen, sind dieselben Regulative für künftige Erfahrungen, die alsdann die Voraussetzung, wenn eine solche statt findet, immer mehr und mehr bestätigen, in so fern sie derselben gemäss sind. Demnach ist es allerdings

die Beobachtung, worauf wir wieder zurückkommen müssen; aber die ungebundene, ohne Regulativ umherschweifende kann wenig nützen.

Für die Verschiebung der Gänge lässt sich, nach meiner Meinung, eine Regel, wie ich bezeichnet habe, aus gewissen Beobachtungen und Annahmen, *allgemeiner* als es bisher geschehen und als es selbst dem um die Theorie dieser Erscheinung sehr verdienten Herrn Bergrath Schmidt gelungen ist, entwickeln.

Drittes Capitel.

Begründung der Theorie der Verwerfungen durch Bestätigung des Satzes: Gänge sind ausgefüllte Spalten.

Dem von mir sehr hochgeschätzten eben genannten Begründer einer Theorie von der Verschiebung der Gänge folge ich im Wesentlichen in Ansehung der zum Grunde zu legenden Beobachtungen und Annahmen *), die ich nicht nur direct durch eine höchst wichtige Beobachtung, sondern auch indirect durch Nachweisung der Gültigkeit der von mir daraus gefolgerten Regeln bei mehreren in der Erfahrung vorliegenden Fällen zu bestätigen gedenke.

*) Theorie der Verschiebung älterer Gänge mit Anwendung auf den Bergbau. Ein Beitrag zur allgemeinen Gang-Theorie, von J. C. L. Schmidt. Frankfurt a. M. 1810. bei Herrmann.

Nach der Theorie von *Werner* *) sind alle wahren Gänge anfänglich offen gewesene und nachher fast bloss von oben herein ausgefüllte Spalten im Gebirge. Dieser Satz drückt, insofern Spalten im Gebirge vorausgesetzt werden, nur ein räumliches Verhältniss aus, wodurch jedoch zugleich eine Succession in der Entstehung der Gebirge und der Gänge bedingt ist. So lange der allgemeine Grundsatz der Lagerung feststeht, d. h. so lange noch irgend eine Lagerungsfolge zugestanden wird, halte ich es für unbezweifelt, dass Gebirgsabtheilungen wie die Gänge, welche die Stratificirung so wie die Schichtung der Gesteine durchschneiden, und also völlig abweichend dagegen gelagert sind, nicht in die Lagerungsfolge der Schichten und Bänke gehören, und ebenso wenig als Theile der einzelnen Schichten, die sie durchschneiden, betrachtet werden können. Wenn sich nun aber die Gänge als selbstständige Lagerungsganze zeigen: so ist nicht abzusehen, wie sie in die Räume gekommen sein sollten, die sie jetzt ausfüllen, wenn solche nicht offen waren. Hiernach scheint mir der Werner'sche Satz, insofern er ausdrückt: *dass Gänge ausgefüllte Spalten sind*, — wenn ich auch alle sonst dafür sprechenden Beweise unbeachtet lasse, — schon durch die allgemeine Theorie der Lagerung

*) Neue Theorie von der Entstehung der Gänge mit Anwendung auf den Bergbau, besonders den Freibergischen, von G. A. Werner. Freiberg 1791. p. 51. §. 28.

begründet. Insofern derselbe die Ausfüllungsart der Gänge berührt, kann ich ihn zu meinem jetzigen Zwecke unbeachtet lassen, da bei den verschiedensten Ansichten von dieser Ausfüllung die Annahme ehemals offener Spalten bestehen kann. *Herr von Humboldt* hat noch neuerlich in seinem Vorworte zu des Herrn *Boussingault's* Nachricht über die Lagerstätten des Platins *) gesagt: »Die Metalle, welche durch die im Innern der Erde befindlichen Expansivkräfte an die Wände der Spalten (Gänge) abgesetzt werden, sind in dem verschiedenartigsten Gesteine dieselben.« Dieser berühmte Naturforscher setzt demnach bei der von ihm angedeuteten vulkanischen Ausfüllung der Gänge gleichfalls offene Spalten voraus. Meine Absicht ist nicht hier eine vollständige Gangtheorie zu erörtern; da aber die Annahme, dass Gänge ausgefüllte Spalten sind, der Theorie der Verschiebung der Gänge zum Grunde liegt, zu welcher ich einen Beitrag liefern will, der, wie ich glaube, auch wieder zur Bestätigung jenes Satzes dienen wird: so kann ich nicht unterlassen, noch auf einige Thatsachen aufmerksam zu machen, die bisher weniger in den Lehrbüchern beachtet, doch einer vorzüglichen Beachtung werth scheinen. Wem könnte ich, wenn es auf einen Gewährsmann für geognostische Beobachtungen ankommt, dem zuletzt genannten Natur-

*) Ueber die Lagerung des Platins (*Poggendorff's Annalen der Physik.* Bd. VII. p. 520.)

forscher schicklicher folgen lassen, als Herrn von Buch. Er beschreibt *) das *Kongshavn-Fieldt* bei *Alten* in *Finmarken* wie folgt: »Dieser sonderbare »Berg ist wie eine Festung; von drei Seiten ganz »steil in das Wasser, ist er nur vom Walde aus »zugänglich. Allein mitten zwischen den Fich- »ten, sobald man über einige Felsmassen hinauf »ist, öffnen sich auch auf dieser Seite über die »ganze Breite der Erdenge Spalten zwischen den »Felsen, von beiden Seiten mit ganz senkrechten »Wänden, einige vielleicht nur zwanzig Fuss tief; »andere und vorzüglich mehr gegen den Fuss des »Berges herunter, wie Abgründe von 80 und »hundert Fuss Tiefe. Der Gipfel des Berges »scheint ganz nahe; man sieht kein Hinderniss; »aber plötzlich erscheint der Canal unter den »Füssen, und man sucht vergebens, wie an sol- »cher Felswand herunter zu kommen, oder jen- »seits wieder aufzusteigen ist. Einige dieser Gra- »ben sind wie Thäler, zwanzig oder dreissig Fuss »breit; und deswegen fast unübersteiglich. Noch »andere und gerade die tieferen lassen sich bequem »überspringen; die Wände stehen vielleicht nur »ein oder zwei Fuss entfernt. Diese sonderbaren »Canäle gehen parallel fort, und von beiden Sei- »ten bis an das Ufer der beiden Buchten herunter. »Auf dem Aeussern des Berges sind sie durch »nichts im Voraus bezeichnet, denn nach dem

*) Reise durch Norwegen und Lappland. Berlin bei Nauk
1810. Theil 2. p. 6.

»grössten steigt doch der Abhang fast mit eben
»der Neigung als vorher. Es sind nicht Schichten,
»die vielleicht fortgeführt wären; die Richtung
»der Spalten durchschneidet die Richtung der
»Schichten fast rechtwinklig. Aber es sind ganz
»einleuchtend Gänge; wahre offen stehende Gänge,
»die nicht ausgefüllt wurden. Das sehen wir auch
»recht deutlich unten, an den Seiten des Berges;
»denn dort kann man oft in die zwei Fuss breiten
»Spalten hineingehen, und kann sie dort auf an-
»sehnlicher Länge und Höhe verfolgen. Viel-
»leicht findet man selten einen Berg so belehrend,
»wie diesen für Gangtheorie.«

Eben so belehrend und vielleicht noch in grösserem Maasse dürfte das von unserm Herrn Zehntner *Ostmann* *) bekannt gemachte Verhalten des *Wennsglucker Ganges* im St. Andreasberger Reviere hier am Harze sein. Unter der vom jetzt verlassenen Wennsglucker Schachte ab 115 Lachter tief unter Tage getriebenen fünften Strecke nimmt die Mächtigkeit des bis dahin in gewöhnlicher Art mit Thonschiefer, Quarz und Kalkspath ausgefüllten Wennsglucker Ganges bis auf $1\frac{3}{8}$ Lachter zu und »die Ausfüllung erscheint so, als wäre ein ausgehauener Bau mit sogenanntem

*) Bemerkungen über die Gänge des auswendigen Zuges bei St. Andreasberg, vom Vice-Zehntner *Ostmann* zu Zellerfeld; in *Hausmanns Norddeutschen Beiträgen zur Berg- und Hüttenkunde*, 3. Stück p. 21 und 23.

»Haldenberg (taubem Nebengestein und Gangar-
ten) von oben herein gefüllt, eben so wie man
in verlassenen Gruben den alten Mann findet.«
Das südöstliche Feldort der aus demselben
Schachte 142 Lachter unter Tage getriebenen
10. Strecke ist während des Herrn Zehntner's
Ostmann's Dienstzeit noch im Betriebe gewesen.
»Ganz unerwartet wurde durch dasselbe ein ganz
»leerer Gangraum aufgeschlossen, welcher 12
»Lachter (80 Fuss) lang, 10 Lachter hoch und
»3 Lachter weit war.« Als höchst entscheidend
für die Ansicht, dass Gänge ausgefüllte Spalten
sind, kann auch das Vorkommen der Knochen-
breccia bei *Nizza* und *Antibes* in Gangklüften
angeführt werden, welches Herr Doctor *Bronn*
uns sorgfältig beschrieben hat *).

Nun sei mir erlaubt, noch einer Beobachtung
zu erwähnen, zu der ich noch täglich den Beleg
vorzeigen kann, da sie an einem Grauwacken-
Handstücke gemacht ist, dessen Besitz ich der
Güte meines Freundes, des Herrn Maschinenmei-
sters *Jordan* verdanke. Es besteht diess aus dem
Spiegelthale bei Zellerfeld herrührende Stück
aus einer grobkörnigen Grauwacke, die aus ziem-
lich gleich grossen *eine* bis *zwei* Linien im Durch-
messer haltenden Brocken von Thonschiefer,
Quarz und Kieselschiefer zusammengesetzt ist.

*) Ergebnisse meiner Reisen. Heidelberg und Leipzig. 8.
Thl. 1. p. 188 u. f.

Diese Brocken, wovon die mehrsten Thonschiefer und etwa halb so viele Quarz sind, werden durch ein sehr zähes thoniges Bindemittel so fest zusammengehalten, dass die ganze Gebirgsart schwer zersprengbar ist. Gleichwohl lassen sich einzelne Quarzbrocken völlig aus der Masse herauslösen, so dass ihre Form als Eindruck darin zurückbleibt. Durch diese Grauwacke, deren conglomerirte Structur schwerlich bezweifelt werden wird, setzen mehrere Gangtrümchen hindurch, von welchen das mächtigste, etwa eine Viertel-Linie breite, vorzüglich deutlich (so wie auch die minder mächtigen) die conglomerirten Brocken durchschneidet, so dass ein und dasselbe Trümchen, durch Quarz und Thonschieferbrocken mitten hindurchsetzt und solche gewöhnlich abgerundete und nach ihrem Umriss sehr deutlich erkennbare Brocken in zwei Theile theilt, deren vormaliges Zusammengehören unverkennbar ist, da die sonst abgerundeten Brocken, da wo sie von dem Trümchen durchschnitten werden, durch ebene Flächen getheilt und also scharfeckig und scharfkantig erscheinen. Dasselbe Trümchen verfolgt sein Streichen, und nur da, wo es durch eine kleine Ausbeugung das Durchschneiden eines Quarzkorns hat vermeiden können, windet es sich um dasselbe herum, so wie es auch an einigen Puncten vor einem solchen harten Korne endigt, und erst dahinter wieder fortsetzt. Diess ist aber nur an einer oder zwei Stellen wahrzunehmen. Das Trümchen besteht aus Quarz, der sich jedoch

hin und wieder mehr splittrig und weniger glänzend zeigt, als die Quarzbrocken der Grauwackemasse, auch ist er davon etwas durch die Färbung unterschieden. Als vorzüglich bemerkenswerth darf ich nicht anzuführen vergessen, dass an verschiedenen Puncten die Quarztrümchen cavernös sind, und da wo sie durch Quarzbrocken der Grauwacke hindurch setzen, aufs deutlichste davon abgesondert bleiben. Wie wollte man es sich wohl erklären können, dass das auf meinem Handstücke etwa *fünf* Zoll lang in einer Richtung fortsetzende Quarztrümchen durch verschiedenartige Brocken und selbst durch Brocken einer mit ihm homogenen Masse mit Selbstständigkeit hindurch läuft, wenn nicht eine Spalte, ein Riss vorhanden gewesen wäre, der durch alle diese Quarz-, Thon- und Kieselschiefer Bröckchen so wie durch das Bindemittel hindurchsetzte? diese Ansicht ist so ungesucht, so anschaulich, dass jeder Unbefangene, der die Beobachtung wiederholt, unwillkürlich darauf geführt wird.

So viel ist demnach als höchst wahrscheinlich anzunehmen, dass Lagerstätten, die wir Gänge nennen, ausgefüllte Spalten sind, wenn auch vielleicht von hin und wieder vorkommenden Adern und Trümchen im Gesteine diess nicht sollte nachgewiesen werden können, und bei ihnen unwahrscheinlich sein möchte. Weshalb wollten wir solche Adern und Trümchen nicht durch die Definition, die wir für die Gänge fest-

stellen, von diesen gänzlich trennen, da sie ohnehin durch mehrere Merkmale davon unterscheidbar sein werden. *Wahre Gänge* nenne ich also nur die besonderen Lagerstätten, *welche ausgefüllte Spalten des Gebirges sind.*

Davon sind Klüfte zu unterscheiden, bei welchen zwar Spaltung eintritt, aber nicht von Ausfüllung die Rede sein kann, da sie nur Gesteinstrennungen, sehr oft ohne eine angebliche Mächtigkeit sind; sie liegen entweder in der Richtung der Gesteinsschichten und sind alsdann gewöhnliche Schichtungsklüfte, oder sie durchsetzen die Gesteinsschichtung und heissen Gangklüfte.

Dass manche Gänge die eine mehr oder weniger deutlich begränzte Ausfüllungsmasse haben und also auch eine Mächtigkeit zeigen, dennoch, obgleich sie durch Spalten (Klüfte) ihren Ursprung erhalten, nicht wirklich zu einer Zeit so weit offen gewesen sein mögen, als nach ihrer Mächtigkeit anzunehmen wäre, dafür scheinen Erfahrungen zu sprechen. Die Gänge haben sich nämlich mit Senkung des Hangenden allmählig geöffnet und sind schon wieder ausgefüllt gewesen, als neue Oeffnungen und Senkungen entstanden *).

*) *Schmidt* Darstellung mehrerer allgemeiner Verhältnisse der Gänge; in *Karstens* Archiv für Bergbau und Hüttenwesen. B. IV. p. 54.

Viertes Capitel.

*Entwicklung und Darstellung der allgemeinen Regel
für die Wiederausrichtung verworfener Gänge.*

Wenn durch eigentliche Gänge Verschiebungen anderer Lagerstätten statt finden; so scheint deren Erklärung einfach und natürlich dadurch bewirkt werden zu können, dass das Oeffnen der Spalte eines später als die verworfene Lagerstätte entstandenen Ganges in einer gegen *das Streichen* desselben rechtwinklichen Richtung gedacht wird. Hat nun der durchschnittene Gang ein solches Streichen, dass dasselbe nicht in die eben bezeichnete Richtung fällt; so können die durch den Durchsetzer von einander getrennten Gangstücke nicht in der Richtung des Streichens vor einander stehen bleiben und erscheinen daher seitwärts von einander geschoben. Bei einem rechtwinklig gegen den Durchsetzer herankommenden

Streichen der durchsetzten Lagerstätte würde hingegen bei der angenommenen Voraussetzung keine Verwerfung eintreten können.

Doch ich werde, um in meiner Darstellung deutlich zu bleiben, nicht unterlassen dürfen, hier die Erscheinungen näher zu bezeichnen, die unter der Benennung Gangverschiebungen oder Gangverwerfungen zu begreifen sind.

Die Verwerfungen finden im Streichen und Fallen der Gänge statt. Sie sind nämlich ein Mal Unterbrechungen eines Ganges in seiner Streichungslinie, die durch einen andern Gang oder eine Kluft bewirkt werden, und wobei die beiden in der Streichungslinie von einander getrennten Gangstücke in einem und demselben horizontalen Durchschnitte nicht auf einander treffen, wenn auch der unterbrechende Gang oder die unterbrechende Kluft als *nicht* vorhanden gedacht wird. Es ist dabei die Ausfüllungsmasse des verworfenen Ganges nicht immer scharf durch die des Verwerfers abgeschnitten, und beide sind oft auch überall der Art nach nicht von einander unterschieden, so dass das Verhältniss einer einfachen Scharung einzutreten scheint. Die Theorie wird hierdurch nicht gestört, denn wenn eine Gangspalte von einer andern Durchsetzung erlitt, ehe sie ausgefüllt war: so konnte, wenn die Streichungs- und Fallungs-Verhältnisse die Bedingung dazu enthielten, die durchsetzte Gang-

kluft verworfen und später mit der verwerfenden gleichzeitig und von derselben Masse wie diese ausgefüllt werden. Es lässt sich sehr wohl ohne Anstoss gegen die Theorie annehmen, dass Gänge *als offene Klüfte* von ungleichzeitiger, jedoch ihrer Ausfüllung nach von gleichzeitiger Bildung sein können.

In Fig. 1^a, auf Taf. I, sei GC eine Gangebene. Diese wird in ihrem Streichen GD durch die Ebene EFE'F' unterbrochen, mit welcher sie den Durchschnitt DC bildet und die als die Fläche des Liegenden des durchsetzenden Ganges angesehen werden kann. Von der Ebene E'F'MN ab, die das Hangende des Durchsetzers vorstellt, setzt der Gang in dem Stücke BG' in seinem Streichen BL fort und macht mit dieser Ebene des durchsetzenden Ganges den Durchschnitt BJ. Wenn nun die beiden Durchschnitte (DC und BJ) nicht vor einander bleiben, sondern, wie in der Figur, der eine dem andern zur Seite liegt: so ist der unterbrochene Gang, der der *durchsetzte* heisst, verschoben oder verworfen, und zwar durch den unterbrechenden, welcher der *Durchsetzer* genannt wird. In der Figur gibt BK die Grösse der Verschiebung, auf der verwerfenden Fläche gemessen, an; BO' aber ist das Loth zwischen den beiden parallelen Streichungslinien der getrennten Gangstücke und daher die Grösse der Verwerfung in der Horizontalebene.

Durchsetzungen der Gänge im Streichen sind zum andern zugleich mit Durchfallungen verbunden. Denn es findet immer nur eine Durchschnitts-
linie beider Gangflächen statt, und wenn nun ein Punct in dieser Linie durch Kreuzung der in einer und derselben horizontalen Ebene gezogenen Streichungslinien bestimmt wird: so ist damit das Durchsetzungsverhältniss bestimmt; während die Durchkreuzung der auf einer Verticalfläche vorgestellten beiden Fallungslinien in demselben Puncte das Verhältniss der Durchfallung angibt. Beim Durchfallen entstehen nun unter denselben Bedingungen Verwerfungen, unter welchen sie beim Durchsetzen entstehen, und erstere lassen sich nach denselben Regeln beurtheilen, die für die letzteren gelten. Wenn letztere beim Feld-
ortsbetriebe vorzüglich zu Wiederausrichtungs-
Versuchen nöthigen: so thun diess erstere bei Absinken oder Uebersichbrechen. Es kommt dabei nur darauf an, auszumitteln, nach welcher Seite das Gangstück verschoben sei, und auf der Seite, auf welcher es bei der Verwerfung im Streichen zu suchen ist, hat man es auch im Fallen wieder zu erwarten. Nach gehöriger Durchsinn-
kung des Verwerfers ist daher nach dieser Seite hin, d. h. also entweder ins Hangende oder ins Liegende des verworfenen Ganges zu brechen. Ich kann mich demnach darauf beschränken, im Folgenden immer nur von Gangverschiebungen im Streichen zu sprechen, da die dafür gefundenen Regeln nach vorstehender Bemerkung auch

bei Gangverwerfungen im Fallen leicht anzuwenden sind.

Nur ein Verhältniss lässt sich denken, wobei eine Verwerfung im Streichen nicht eintreten kann, während eine solche im Fallen statt findet. Wenn nämlich zwei Gänge bei widersinnigem, oder bei rechtsinnigem ungleichem Fallen ein völlig paralleles Streichen hätten: so würde ihr Durchschnitt eine Horizontallinie sein und die Durchschnittslinie wäre die gemeinschaftliche Streichungslinie beider Gänge. Wenn nun eine Verwerfung *im Fallen* unter solchen Verhältnissen eingetreten wäre: so würde man zu deren Beurtheilung drei Fälle (Fig. 1^{b c d} Taf. I.) unterscheiden müssen. Nämlich es kommt darauf an, ob beide Gänge (AB und CD Fig. 1^b) widersinnig fallen, und ob bei rechtsinnigem Fallen (Fig. 1^c und d) der Verwerfer (AB) der donlägigere oder der seigerere ist. Im ersten und zweiten Verhältnisse, wobei mit Absinken das Hangende des Verwerfers getroffen wird, ist im Liegenden desselben die Ausrichtung des verworfenen Ganges zu versuchen; im dritten Falle aber, wobei durch ein Absinken der Verwerfer im Liegenden getroffen wird, ist, nach dessen gehöriger Ueberbrechung, am Hangenden niederzugehen, da sich an demselben das verworfene Gangstück der Theorie gemäss wieder anlegen wird.

Ob die unterbrochene Ebene ein Gang oder eine andere Lagerstätte ist, hat auf die Verwer-

fung keinen Einfluss; denn die unterbrochene Fläche verhält sich, wenn ich so sagen darf, leidend und trägt nur durch ihre Richtung und Lage zu der Hervorbringung der Verschiebung bei, die eigentlich durch den *Durchsetzer* bewirkt wird. Die verworfene Lagerstätte kann also auch ein Lager oder Flötz sein, wie denn dabei auch häufig Verwerfungen unter der Benennung von Sprüngen vorkommen. Der *Durchsetzer* aber ist ein Gang oder eine Kluft. Die durch sogenannte Rücken und Wechsel der Flötzgebirge hervor-gebrachten Verwerfungen oder Sprünge der Flötze sind demnach auch nach denselben Regeln zu beurtheilen, die für die Verwerfung der Gänge gelten.

Wenn Gänge ausgefüllte Spalten sind, so ist sehr begreiflich, dass beim Entstehen solcher Gangspalten, Lagen des Gesteins und auch Gänge, die im Gebirge bereits vorhanden waren, getrennt und nach der Quere durchschnitten werden mussten, wenn der sich neu bildende Gangraum die Richtung und Lage der Gebirgsschichten, oder der bereits ausgefüllten älteren Gänge durchkreuzte. Das Oeffnen einer Gangspalte kann aber zunächst nicht einfacher gedacht werden, als dass sich Hangendes und Liegendes des neu gebildeten Ganges als zwei parallele Flächen in der auf dem Streichen rechtwinklicht stehenden Richtung, also nach der Weltgegend wohin das Fallen gerichtet ist, von einander getrennt haben, und daraus die

Mächtigkeit des Durchsetzers hervorgegangen ist. Bei dieser Annahme würde der verworfene Gang stets bei rechtwinklicht gegen das Streichen gerichteter Ueberbrechung des Verwerfers wieder getroffen werden müssen und die Durchschnittslinie beider Gangebeneen brauchte überall nicht in Betracht gezogen zu werden.

Es stelle (Fig. 1^a Taf. I.) EFE'F' das Liegende des Durchsetzers vor, von welchem sich das Hangende E'F'MN in der Richtung DB abgezogen hat: so ist durch EFE'F' auch die Gangöffnung abgebildet. Die Durchschnitte DC und BJ, die vor der Eröffnung des neuen Ganges congruirten, sind jetzt in der Richtung DB auseinander gezogen, und da diese Richtung von der Streichungsrichtung abweicht: so wurde das getrennte Gangstück (BG') um OB seitwärts geführt, da OB die Linie ist, um deren Länge bei B das Loth von der Streichungsrichtung abgewichen ist. Wäre die Losziehung des Hangenden vom Liegenden in der Richtung des Streichens des durchsetzten Ganges, also in der Richtung GP, erfolgt: so würde, nach dieser Ansicht, keine Verwerfung statt gefunden haben.

Die Erfahrung zeigt bald, dass die eben behandelte Voraussetzung: die Verwerfungen seien durch die in horizontaler Richtung und rechtwinklicht gegen das Streichen geschehene Eröffnung der durchsetzenden Gangspalte entstanden,

nicht zur Erklärung der Erscheinungen genügt; denn danach könnten Klüfte, die eigentlich keine Mächtigkeit haben, überall keine Verwerfungen hervorbringen und jedes verworfene Gangstück müsste auf *der* Seite liegen, wo sich am Anfahungspuncte der spitze Winkel findet. Diess ergibt auch die Figur. Wäre man vom Liegenden, also von GD, oder vom Hangenden, also von LB her an den Verwerfer gelangt; immer würde die Abweichung des Loths DB von der Streichungslinie GP oder LQ der Gangstücke die Richtung angeben, nach welcher das eine gegen das andere verschoben ist. In diesem Falle würde KB oder D'D' die Grösse der Verwerfung auf der Fläche des Durchsetzers gemessen, und BO dieselbe Verwerfung, rechtwinklicht gegen das Streichen der beiden Gangstücke gemessen, darstellen. Wäre also der Winkel ψ bekannt, der sich angeben lässt, sobald beider Gänge Streichen bekannt ist, und wäre ferner die *horizontale* Mächtigkeit (DB) des Durchsetzers gefunden: so würde sich die Grösse der Verschiebung $BO = \sin \psi \cdot BD$ oder $BK = DD' = \tan \psi \cdot BD$ bestimmen lassen.

Ob nun gleich, wie schon gesagt, die Gangverwerfungen nicht aus der Annahme, worauf die vorstehenden Rechnungsformeln beruhen, genügend erklärt werden können: so ist doch die Frage nicht ohne alle Prüfung zurückzuweisen,

ob die Mächtigkeit der Durchsetzer auf die Grösse und Richtung der Verwerfungen Einfluss haben müsse. In dieser Hinsicht könnte es von Interesse sein, auf die angegebene Art die Grösse der Verwerfungen, dem vorausgesetzten Grunde gemäss zu berechnen, um daraus, — wenn sich Gelegenheit zeigte, dieselbe auch aus der Beobachtung der Senkung, der *Schmidtschen* Theorie gemäss, auszumitteln, — zu prüfen: ob in solchen Fällen, wo die durch die Gangöffnung oder die Mächtigkeit bewirkte Verschiebung der durch Senkung des Hangenden hervorgebrachten entgegen wirken musste, wirklich eine Aufhebung der Verschiebung, oder eine theilweise Verminderung derselben in der Natur eintrete. Da nämlich die durch die Mächtigkeit bewirkte Verschiebung in jedem Falle nach der Seite statt finden müsste, auf welcher am Anfahrungspuncte der spitze Streichungswinkel liegt: so würden sich, wenn man beide Ursachen der Verwerfung zulassen wollte, in allen den Fällen, wo die Senkung des Hangenden eine Verschiebung nach der Seite des stumpfen Streichungswinkels am Anfahrungspuncte hervorbringt, zwei Bewegungen entgegen gewirkt haben. In den Fällen hingegen, worin auch nach der Senkungstheorie die Verschiebung nach der Seite des spitzen Streichungswinkels statt finden muss, würden beide Ansichten bei Beurtheilung der Verschiebungen zu einem Resultate führen und die eine Wirkung würde durch die andere

nur noch vergrössert, so dass daraus auf eine grössere Verwerfung zu schliessen wäre *).

Doch wir müssen hier abbrechen, um zuvörderst die *Schmidtsche* Theorie der Verschiebungen der Gänge näher anzugeben, wozu das Vorstehende nur hat einleiten sollen und die wir zunächst bei dieser Schrift einer nähern und ausführlicheren Erörterung unterziehen wollen.

Nach der *Schmidtschen* Voraussetzung, die wir nun zunächst im Auge behalten, ist die *Eröffnung der neuen verwerfenden Gangspalte mit einer Senkung des Hangenden verbunden gewesen und dadurch die Verschiebung der früher vorhanden gewesenen durchsetzten Lagerstätten bewirkt worden*; insofern nämlich die gemeinschaftlichen Durchschnittslinien der beiden Gangflächen, — wenn man sich dieselben einmal am Liegenden des Durchsetzers (in DC Fig. 1^a Taf. I.) und das andere Mal am Hangenden (in BJ) denkt, — in der Richtung des Fallens dieses Ganges, vermittelt der Senkung des Hangenden von D bis B, von einander getrennt wurden und dadurch die Fläche BG' gegen die Fläche GC vorwärts, oder, wie in der Figur

*) In jedem solchen Falle wird alsdann die Richtung, in welcher das verworfene Gangstück wieder aufzusuchen ist, um so sicherer durch die Beobachtung der Regeln bestimmt werden können, die aus der Annahme der Senkung des Hangenden des Durchsetzers hervorgehen.

anzunehmen ist, rückwärts zu liegen gekommen ist. Die Richtung der Senkung auf der Fläche des Durchsetzers ist nämlich am Hangenden um BC von dem Durchschnitte abgewichen und zwar so, dass die Abweichung von C nach B geht. Die rechtwinkliche Entfernung zwischen beiden Gangstücken ist zwar wieder BO, jedoch muss diese Entfernung jetzt in der Richtung von B nach O entstanden gedacht werden und das ganze Gangstück BG' hat man sich jetzt als hinter der Ebene GC zurückliegend vorzustellen. Es erhellt hieraus, dass, bei dem in der Figur vorgestellten Verhältnisse der Lage beider Gänge gegeneinander, nach der ersten Ansicht die Verwerfung ins Hangende von O nach B hin stattfinden würde; nach der Schmidtschen Theorie aber, — angenommen es werde bei beiden Ansichten die Verschiebung vom Liegenden des Durchsetzers ab beurtheilt, — entgegengesetzt von B nach O hin, also in das Liegende des verworfenen Ganges, gerichtet sein müsse.

Bei Annahme der Schmidtschen Theorie kann, wie nun leicht ersichtlich ist, die oben für die Aufsuchung des verworfenen Gangstücks — unter der Voraussetzung, dass die Verschiebung durch die rechtwinklicht gegen das Streichen, ohne Senkung des Hangenden, entstandene Mächtigkeit der jüngern Gangspalte hervorgebracht worden — gegebene Regel nicht gelten. Dagegen wird aus der Betrachtung der Figur klar, dass bei dieser

Annahme doch wieder das innerhalb der Mächtigkeit des Verwerfers auf dem Streichen desselben an dem Punkte, wo der verworfene Gang auf den Verwerfer trifft, errichtete Loth die Richtung anweist, in welcher das verschobene Gangstück aufzusuchen ist. Es ist jedoch jetzt nicht die Abweichung des Lothes von der Streichungslinie des durchsetzten Ganges, sondern des Lothes Abweichung von dem Streichen der Durchschnittslinie der beiden Gänge, — oder vielmehr von der Richtung dieser Linie nach dem entgegengesetzten Salbande hin, — wodurch diese Nachweisung über die Richtung der Verschiebung in jedem Falle gegeben wird. Wenn der Verwerfer vom Hangenden her in B angefahren wird, und JBO die Richtung des gemeinschaftlichen Durchschnitts darstellt, von dem das Loth DB die Abweichung von O nach D macht: so ist an der liegenden Gangfläche die Grösse der Verschiebung $= QD$ und ihre Entstehung ist in der Richtung von O nach D zu denken; also entgegengesetzt der Richtung, in der sie statt findet, wenn man den Verwerfer im Liegenden bei D angefahren hätte. In diesem Falle erhellet nämlich völlig deutlich, dass nach der Theorie, indem die Senkung des Hangenden in der Richtung des Lothes von D nach B statt gefunden hat, der Durchschnitt JB der Richtung von C nach B von dem Durchschnitte DC verschoben worden, wodurch das Gangstück BG' von dem Gangstücke GC rückwärts zu liegen gekommen ist.

Da nun nach der angenommenen Theorie die Verschiebung immer durch die Abweichung der Fallungsrichtung — d. h. des Lothes auf dem Streichen des Durchsetzers — von dem Streichen des gemeinschaftlichen Durchschnitts beider Gänge hervorgebracht ist: so wird folglich auch die Richtung des zwischen den Salbändern des Verwerfers errichteten Lothes, in allen Fällen, — durch den Winkel, den dieselbe mit dem Streichen des gemeinschaftlichen Durchschnitts der beiden Gänge an dem Punkte macht, wo das eine Gangstreichen auf das andere trifft, d. h. wo man den Verwerfer angefahren hat, — anzeigen, auf welcher Seite das verschobene Gangstück, nach gehöriger Ueberbrechung des Durchsetzers aufzusuchen sei. Es ist nämlich jedesmal das verworfene Stück auf der Seite wieder auszurichten, nach welcher das Loth auf dem Streichen des Durchsetzers, oder die Fallungsrichtung von der Streichungslinie des Durchschnitts der Gangflächen abweicht. Findet ein solcher Winkel nicht statt, so kann auch keine Verschiebung vorhanden sein, weil alsdann die Lothrichtung mit dem Streichen des Durchschnitts zusammenfällt, und also auch durch die Senkung des Hangenden nach jener Lothrichtung die Durchschnittslinien am Hangenden und Liegenden nicht seitwärts von einander hinweggeschoben werden können, sondern immer vor einander bleiben müssen, da die Senkung in der Richtung geschieht, in der sie vor einander liegen. Dass der Winkel der beiden

betreffenden Richtungen vorwärts, d. h. so, dass die Schenkel gegen das entgegengesetzte Salband divergiren, zu legen sei und nicht rückwärts hinter der Gangfläche construirt werden dürfe, wo er sich als Verticalwinkel gleichfalls bildet, erhellet sogleich, wenn man bedenkt, dass die Fallungsrichtung und die Richtung des Durchschnits der Gangebene sich alsdann durchkreuzen und mithin ihre Lage in Beziehung auf *rechts* und *links* verwechseln würden; also alsdann auch das auf dem Streichen des Durchsetzers errichtete Loth gerade nach der, der Richtung der Verschiebung entgegengesetzten Seite hinweisen würde.

Die allgemein gültige Regel für die Wiederausrichtung eines verworfenen Ganges heisst demnach:

Man errichte in dem Puncte (D oder E Fig. 2. Taf. I), wo der Verwerfer angefahren worden ist, auf der Streichungslinie (AB oder A'B') desselben nach dem Innern des Ganges hin ein Loth (DL oder EL'); bestimme die Lage der Durchschnitslinie (MN oder M'N') beider Gänge, die gleichfalls durch den Punct, wo der Verwerfer angefahren ist, läuft; verlängere solche gehörig (von D nach N oder von E nach M) nach dem entgegengesetzten Salbande hin; bemerke nach welcher Seite das Loth (DL oder EL') bei seiner Richtung nach

dem entgegengesetzten Salbende, von der Durchschnittslinie abweicht und suche nach gehöriger Ueberbrechung des verworfenen Gangs auf derselben Seite, wohin das Loth abweicht, (also von e nach f oder von g nach h hin) das verworfene Gangstück wieder auf.

Fünftes Capitel.

Beurtheilung des Werthes der neuen Regel in Vergleichung gegen die Schmidtschen Regeln, so wie auch der zu Grunde liegenden Voraussetzungen.

Da die aufgestellte Regel auf einer völlig evidenten Construction der Schmidtschen Hypothese beruht: so muss sie auch für dieselbe allgemein gültig sein, und die letztere wird so lange als wahr angenommen werden können, als die Erfahrung der aufgestellten Regel nicht widerspricht. Sie dient daher nicht nur mit Sicherheit dem Bergmanne, der bei der Ausrichtung eines verworfenen Ganges nach der Schmidtschen Theorie verfahren will, sondern durch sie wird es nun auch möglich, diese Theorie mit Evidenz zu prüfen und jeder neue Fall, auf welchen die Regel passt, wird die Induction des Beweises für die Richtigkeit der zu Grunde liegenden Annahme vervollständigen. Ich glaube nicht be-

fürchten zu dürfen, dass der Erfinder der von mir aufgenommenen Hypothese es missbilligen werde, wenn ich den Werth meiner neuen Regel, in Vergleichung mit den von ihm aufgestellten vier Regeln noch näher erörtere; da es nicht darauf ankommt zu tadeln, sondern, — in Anerkennung der grossen Verdienste des Herrn Berg-raths *Schmidt* um die Lehre von der Verschiebung der Gänge, — dessen eigener Ansicht, durch Entfernung jedes dabei möglichen Missverständnisses allgemeinere Anwendbarkeit und dadurch auch allgemeinere Beachtung zu verschaffen.

Die vier Schmidtschen Regeln *) sind folgendermassen ausgedrückt:

1) »Setzen wir den Fall, man bearbeitete einen »donlägigen Gang, der plötzlich zu Felde von »einem jüngern Gange abgeschnitten und verwor- »fen würde; so hätten wir, um die Wiederaus- »richtung desselben zu bewirken, zuerst genau »zu prüfen: ob uns dieser jüngere Gang entgegen- »oder aber von uns abfällt. Im erstern Falle be- »finden wir uns in dessen *Hangendem*; folglich »auf dem *tiefer* liegenden Stücke des *ältern durch-* »*schnittenen Ganges*.

»Durchbrechen wir jetzt den jüngern Gang »von seinem Hangenden bis zu seinem Liegenden

*) Theorie von der Verschiebung älterer Gänge. p. 33 — 36.

»und fahren dann in letzterem parallel mit sol-
»chem, nach derjenigen Seite zu auf, nach wel-
»cher das *Hangende* des *ältern* durchschnittenen
»Ganges gekehrt ist, so werden wir zuverlässig
»das jenseitige Stück des letztern erhalten.

»Finden wir aber:

2) »Bei der Abschneidung eines Ganges, dass
»der jüngere abschneidende Gang *von uns abfällt*,
»und wir uns mithin in dessen *Liegendem* befinden;
»so können wir mit Gewissheit schliessen, dass
»wir das *höher* liegende Gangstück bearbeiten.

»Um nun das jenseitige tiefer liegende zu
»erhalten, fahren wir, nachdem der jüngere Gang
»völlig vom Liegenden bis zum Hangenden durch-
»brochen ist, im *Hangenden* desselben nach der-
»jenigen Seite hin auf, nach welcher das *Liegende*
»des durchschnittenen Ganges gekehrt ist.

»Mag nun das abgeschnittene Gangstück nach
»der Seite des *stumpfen*, oder nach der Seite des
»*spitzen* Winkels wieder ansetzen, so kann die
»Ausrichtung desselben nach diesen Regeln nicht
»verfehlt werden.

»Wäre

3) »Der jüngere abschneidende Gang vollkom-
»men seiger, so würde man freilich dadurch aus-
»ser Stand gesetzt sein, aus dessen Fallen zu

»beurtheilen, ob man sich auf dem höher oder
»tiefer liegenden Theile der senkrecht aus einan-
»der gezogenen Gebirgsmasse befindet. Ist auch
»unglücklicher Weise das Nebengestein nicht er-
»kennbar verschiedenartig geschichtet, so können
»wir uns auch an diesem nicht Rathsholen; und
»bleibt uns dann in einem solchen, gewiss nur
»seltenen Falle, immer noch das Vorschreiten
»nach jener alten Regel: *abgeschnittene und ver-*
»*schobene Gänge auf der Seite des stumpfen Winkels*
»*wieder aufzusuchen, übrig.*

»Fänden wir endlich

4) »Dass uns ein seigerer Gang durch einen
»donlägigen abgeschnitten würde, so fahren wir —
»weil hier die Verschiebung nicht von der Don-
»lage des Durchschnittenen, sondern der des
»Durchschneidenden herrührt — ohne Rücksicht
»darauf zu nehmen, ob wir uns im Hangenden
»oder im Liegenden des jüngern Ganges befinden,
»auf der andern Seite des letztern mit seinem
»Streichen parallel, und zwar in derjenigen Rich-
»tung auf, welche mit dem Streichen des abgeschnit-
»tenen Ganges einen spitzen Winkel bildet.«

Es lässt sich nicht verkennen, dass diese Re-
geln der allgemeineren Beachtung und Annahme
der zu Grunde liegenden Theorie hinderlich
gewesen sein müssen. Denn die darin enthaltenen
Vorschriften sind 1) *zweifelhaft* oder *zweideutig*,
also leicht falscher Anwendung unterworfen;

2) *nicht erschöpfend*; 3) *nicht evident*, als aus der Grundannahme wirklich folgend, *erwiesen* und 4) *nicht völlig richtig*.

Die zwei ersten Regeln sollen unfehlbar, ausser bei widersinnigem Fallen, wo sie allgemein gültig sind, nur für donlägige Gänge gelten, die von *weniger donlägigen*, also von *seigereren* verworfen werden. Diess ist aber nicht ausgedrückt, weshalb die Regeln leicht missverstanden werden können. Wer sie auch in solchen Fällen anwenden wollte, wo bei rechtsinnigem Fallen die Verwerfung eines donlägigen Ganges durch einen andern mehr donlägigen geschieht, würde seinen Zweck verfehlen oder nur zufällig erreichen. Wenn z. B. der Winkel, den die Streichungslinien zweier Gänge (Fig. 3. Taf. I.) mit einander machen (der Streichungswinkel) $= \psi = 110^\circ$ oder $= \varphi 70^\circ$ wäre; der Fallungswinkel des abgeschnittenen Ganges (AO) aber $= \alpha = 70^\circ$, und der Fallungswinkel β des Verwerfers $= 35^\circ$: so müsste das verschobene Gangstück im *spitzen* Winkel liegen, welches nach der, in diesem Falle allerdings missverstandenen und unrichtig angewendeten ersten oder zweiten Regel im stumpfen Streichungswinkel aufzusuchen sein würde. Denn nach der weiter unten vorzunehmenden Berechnung wird der Winkel x , welchen das Streichen des Durchschnitts OQ der beiden Gänge mit dem Streichen des Verwerfers CD bildet $= 95^\circ 17'$ gefunden; folglich grösser als der *rechte* Win-

kel COP, so dass das Loth OP anzeigt: das verworfene Gangstück sei in der Richtung von g nach h hin, also auf der Seite des spitzen Winkels aufzusuchen. Dagegen würde bei Anwendung der zweiten Schmidtschen Regel auf diesen Fall folgendermassen geschlossen werden: da wir uns bei O im Liegenden des Verwerfers befinden, also auf dem höher gelegenen Stück des verworfenen Ganges: so müssen wir das tiefer gelegene Stück auf der Seite, wohin das Liegende des durchschnittenen Ganges gekehrt ist, also in diesem Falle auf der Seite des stumpfen Winkels auszurichten versuchen. Da dieser Schluss zu einem Resultate führt, welches dem aus der Anwendung meiner Regel hervorgehenden widerspricht; so muss er unrichtig sein; denn diese ist evident aus der angenommenen Hypothese abgeleitet, und das ihr widersprechende Resultat wird demnach auch der Hypothese nicht gemäss sein. Doch die Unrichtigkeit des Resultats beruht lediglich darin, dass man die Schmidtsche Regel auf einen Fall angewendet hat, wofür sie eigentlich nicht gegeben worden; worauf sie jedoch wegen Unbestimmtheit des Ausdrucks hat bezogen werden können. Sie ist richtig und gibt ein richtiges Resultat, sobald sie bestimmter ausgedrückt und auf die Fälle bei rechtsinnigem Fallen beschränkt wird, *wobei der Verwerfer der seigerer fallende Gang ist.*

Dass die Schmidtschen Regeln nicht erschöpfend sind, geht aus der dritten hervor; denn diese lässt

alle Fälle unentschieden, in welchen der Durchsetzer ein völlig seigerer Gang ist und keine Beobachtung über die tiefere oder höhere Lage der Gebirgsschichten auf seinen beiden Seiten statt finden kann; weshalb eine Entscheidung darüber, ob derselbe im Hangenden oder Liegenden angefahren worden, nicht eintreten kann. Im eigentlichen Ganggebirge, d. h. im Ur- und Uebergangsgebirge, wird aber theils wegen der steilern Stellung der Schichten, theils auch wegen des seltenern Wechsels der Gebirgsarten nur in wenigen Fällen die tiefere Lage der Schichten im Hangenden beobachtet werden können; und also auch die Regel nur selten anwendbar sein. Wenn nun für solche Fälle auf die alte sogenannte Erfahrungsregel, — abgeschnittene und verschobene Gänge auf der Seite des stumpfen Winkels wieder aufzusuchen, — verwiesen wird: so scheint darin das Bekenntniss zu liegen, dass die wissenschaftliche Theorie nicht ausreiche, und man deshalb zu einer alten in vielen Fällen falschen Regel seine Zuflucht nehme, um doch eine Regel zu geben. Die Empfehlung derselben ist jedoch nicht ohne Grund, denn sie wird für rechtsinnige Gänge, der Theorie gemäss, gelten müssen, und da das rechtsinnige Fallen häufiger als das widersinnige statt findet: so wird ihre Befolgung wahrscheinlich oft zum Ziele führen. Aber wirklich wissenschaftlichen Werth hat sie deshalb dennoch nicht, und sie bleibt immer eine ungewisse, der Theorie nicht gemässe, d. h. derselben nicht völ-

lig entsprechende, Aushilfe für solche Fälle, wobei die übrigens gegebenen Regeln keine Anwendung finden können; da nicht nachgewiesen ist, in wie weit sie der Theorie gemäss gelten kann und nicht entwickelt wird, dass die bei einem seiger fallenden jüngern Gänge eintretende Ungewissheit, welches Salband als das Hangende anzunehmen sei, wenn die directe Beobachtung der Senkung fehlt, auch nothwendig eine Ungewissheit über die Richtung der Verschiebung herbeiführe, und weil ferner nicht entwickelt ist, dass diese Ungewissheit nur alsdann beseitigt werden könne, wenn man den Gang als recht oder widersinnig annimmt. Meine Regel zeigt sogleich, dass unter solchen Umständen der Theorie gemäss keine Entscheidung über die Richtung der Verschiebung gegeben werden könne, indem der Durchschnitt in die Streichung des durchsetzenden Ganges fällt; dass aber, sobald man sich für die Annahme der rechtsinnigen oder der widersinnigen Fallungsrichtung entschieden hat, die Ausrichtung der Theorie gemäss im stumpfen oder spitzen Winkel geschehen müsse. In so weit ist sie also wirklich erschöpfend, als sie darthut, was der Theorie gemäss bestimmt werden kann, welches der Schmidtschen Regel mangelt, insofern sie die Ausrichtung im stumpfen Winkel gleichsam willkührlich vorschlägt. So viel ist also klar, dass die Schmidtschen Regeln nicht erschöpfend sind, und der Mangel auch durch die

angegebene Hüfsregel nicht der Theorie gemäss gehoben wird.

Um Missverständnissen vorzubeugen, bemerke ich noch, dass die der Kürze wegen unvermeidlichen Ausdrücke *rechtsinnig* und *widersinnig* von mir in einer allgemeineren Bedeutung gebraucht worden sind, als wohl sonst geschehen ist, und als ihnen von *Oppel* in der Markscheidekunst gibt *), der nur einem örtlichen Sprachgebrauche folgte. *Rechtsinnig* nenne ich zwei Flächen (Gänge) alsdann, wenn die Richtungen ihres Fallens nicht um mehr als einen rechten Winkel von einander abweichen; *widersinnig* hingegen nenne ich Gänge, wenn ihre Fallungsrichtungen um einen stumpfen Winkel von einander abweichen; oder bei völlig paralleler Streichung um zwei rechte. Hieraus geht hervor, dass die Begriffe *recht-* und *widersinnig* sich stets auf zwei Gänge beziehen, und also nicht unbedingt eine Beschaffenheit eines Ganges anzeigen. Ich will indessen damit die mir höchst werthe von *Oppelsche* Markscheidekunst nicht tadeln, die noch immer empfohlen, und, wie schon allein der anmuthige von der Wünschelruthe handelnde Paragraph 557 beweisen kann, als ein wirklich geistvolles Buch anerkannt wer-

*) Anleitung zur Markscheidekunst nach ihren Anfangsgründen und Ausübungen kürzlich entworfen. Dresden 1749 bei Walther. §. 296. 351. 538.

den muss. Der darin von recht- und widersinnigem Fallen gegebene Begriff kann auch füglich neben meiner Erklärung bestehen, wenn es darauf ankommt, für irgend eine bestimmte Gegend die Gänge nach ihrer Fallungsrichtung, je nachdem diese gewöhnlicher oder ungewöhnlicher ist, zu unterscheiden.

Die Behauptung, dass die Schmidtschen Regeln nicht für alle Fälle genügen, erhellet auch aus der *vierten*, die unverkennbar die Fälle unentschieden lässt, bei denen Gänge im *rechten* Winkel gegen einanderstreichen, während der jüngere der flacher fallende ist. Denn hierbei ist nicht zu entscheiden, welcher der spitze Streichungswinkel sei. Doch dieser Regel mangelt überhaupt die allgemeine Richtigkeit, wie wir weiter unten zeigen werden, und es hätte daher der hier bemerkte Mangel kaum einer Erwähnung bedurft.

Der Mangel der Evidenz ist bei den Schmidtschen Regeln sofort klar, sobald es unbezweifelt geworden, dass nach der angenommenen Theorie lediglich von der Lage des Durchschnitts der beiden Gangflächen und der Abweichung der Fallungsrichtung des Verwerfers von dieser Lage darauf geschlossen werden kann: ob und nach welcher Seite eine Verschiebung anzunehmen sei. Denn es ist diess nicht nur nirgend's in ihnen ausgesprochen, sondern es sind auch bei denselben die Umstände nicht vollständig beachtet, durch

welche die Lage des Durchschnitts, und also auch dessen Abweichung von der auf dem Streichen des Verwerfers zu errichtenden Lothlinie, in jedem einzelnen Falle bedingt wird. Bei mathematischer Ansicht der Sache ist es nämlich, wie auch aus der folgenden Darstellung noch näher hervorgehen wird, völlig unzweifelhaft, dass der Durchschnitt zweier Gangflächen nicht nur durch die Richtung und die Grade des Fallens der Gangflächen, sondern auch durch deren Streichungswinkel bestimmt wird. Die Verschiedenheit der letztern ist aber bei den vier Schmidtschen Regeln gänzlich ausser Acht gelassen, und die Grade des Fallens sind nur unvollständig berücksichtigt. Wenn nun die Elemente, auf welche nothwendig die bestimmte Auflösung einer Aufgabe gegründet werden muss, nicht vollständig in Betracht gezogen worden sind: so kann die gegebene Auflösung nicht als *erwiesen* angenommen werden und nicht allein die Evidenz muss ihr mangeln, sondern auch, wenn sie bestimmt und allgemein gültig sein soll, die Richtigkeit.

Der letzte Mangel tritt nun auch wirklich ein, und trifft insbesondere die *vierte* Regel, welche der Theorie nach nicht für alle Fälle gelten kann, die sie umfasst.

Weun die *erste* und *zweite* Regel, wie ich dargethan habe, nur für die Fälle vom Erfinder

gegeben sind, und gegeben sein können, in welchen der Verwerfer bei rechtsinnigen Gängen der seigerer fallende Gang ist: so leidet es keinen Zweifel, dass die *vierte* Regel alle die Fälle begreifen soll, worin derselbe das flachere Fallen hat. Dafür aber ist sie nicht allgemein gültig und widerspricht der Theorie ebensowohl, als sie ihr gemäss erscheint. Nehmen wir an, das Fallen (α) des abgeschnittenen Ganges (AO; Fig. 4. Taf. I.) sei $= 80^\circ$; das (β) des Verwerfers (CD) aber $= 60^\circ$ und der Streichungswinkel (ψ oder φ) betrage 100° oder 80° , je nachdem der stumpfe oder spitze Winkel angegeben wird: so ergibt sich, dass der Winkel (COQ), wodurch die Lage des Durchschnitts (OQ) bestimmt ist, nur $82^\circ 22'$ beträgt und also das auf dem Verwerfer errichtete Loth (OP) nach der Seite hin vom Durchschnitte abweicht, auf welcher am Anfahrungspuncte (O) der stumpfe Winkel liegt. Es müsste also hiernach die Aufsuchung des verschobenen Gangstücks im *stumpfen* und *nicht im spitzen* Winkel geschehen. Wäre hingegen bei gleichbleibenden Fallungsverhältnissen der beiden Gänge der Streichungswinkel $\psi = 120^\circ$, so ergibt die Berechnung den Winkel (COQ') um welchen die Durchschnittslinie (OQ') von der Richtung des Durchsetzers abweicht $= 102^\circ 39'$ und das Loth (OP) auf dieser Richtung weicht mithin jetzt nach der entgegengesetzten Seite von dem Durchschnitte ab, so dass es nach der Seite hin weiset, auf welcher an dem Puncte (O), wo der Gang angefahren worden ist,

der spitze Streichungswinkel liegt. Für diesen Fall würde also die Regel, wonach das verschobene Gangstück im spitzen Winkel aufzusuchen ist, gelten können, während dieselbe bei dem erstern Falle völlig ungültig erscheint. Es geht hieraus deutlich hervor, dass der bei den Schmidtschen Regeln gänzlich unbeachtet gebliebene Streichungswinkel bei der Beurtheilung, nach welcher Seite hin die Verschiebung geschehen sei, wesentlichen Einfluss haben müsse; denn nur allein durch die Verschiedenheit desselben wird in den vorstehenden Beispielen die Lage des Durchschnitts auf der einen oder der andern Seite des Loths und also auch die der Theorie gemässe Entscheidung über die Richtung, in welcher das verschobene Gangstück aufzusuchen ist, bedingt.

Dass übrigens die *vierte* Schmidtsche Regel auch wirklich mit der Natur *nicht* übereinstimmt, diess kann unter andern das weiter unten näher zu beschreibende Verhalten des *Jacobs Glücker* Hauptgangs und des *Reicher-Troster* Gangs im St. Andreasberger Reviere beweisen. Bei diesen beiden Gängen liegt das verschobene Stück wirklich auf der Seite des stumpfen Winkels; obgleich der durchsetzte Gang etwa unter 70 bis 80° und der durchsetzende unter 60 bis 70° fällt, also unverkennbar das Verhältniss vorhanden ist, worauf sich die *vierte* Regel bezieht, der gemäss das verschobene Gangstück im spitzen Winkel aufzusuchen gewesen sein würde. Dieser Fall würde

also eine der Theorie widersprechende Erfahrung liefern, wenn die Regel wirklich der erstern gemäss wäre. Da sie diess aber nicht ist, so steht zwar die Regel, aber deshalb noch nicht die Theorie, mit der Natur im Widerspruche. Die Uebereinstimmung beider kann vielmehr durch die angeführte Erfahrung eine Bestätigung erhalten. Denn wenn bei der Unbestimmtheit der Winkelmessung aus den Angaben für die beiden Fallungswinkel das Mittel genommen wird; so ergibt sich, da der Streichungswinkel $123^{\circ}44'$ beträgt, dass bei richtiger Anwendung meiner Regel und der Theorie gemäss, die Verschiebung nach der Seite, auf welcher der stumpfe Streichungswinkel liegt, statt finden müsse, wie auch die Natur ergibt. Es geht nämlich hervor, dass der Durchschnitt (OQ Fig. 5. Taf. I.) beider Gänge, wenn der Verwerfer im Liegenden (bei O) angefahren worden, um den Winkel (BOQ) von $35^{\circ}4'$ von dem verworfenen Gange, oder um $35^{\circ}4' + 56^{\circ}16' = 91^{\circ}20'$ von dem Durchsetzer abweicht, so dass also das Loth (OP) auf dem Streichen des letztern $1^{\circ}20'$ dagegen zurückbleibt, mithin nach der Seite fällt, auf welcher im Anfahrungspuncte (O) der stumpfe Winkel liegt, und nach der hin also auch die Verschiebung, wie sie in der Natur wirklich eintritt, der Theorie gemäss hat geschehen müssen.

Indem ich den Werth der neuen Regel darzuthun bemüht bin, kann ich nicht umhin, auf

die ihr zu Grunde liegende Hypothese zurückzukommen und auch deren wissenschaftlichen Werth näher zu beleuchten. Dieselbe setzt keine That-
sachen, die nicht in der Beobachtung begründet sind, voraus, sondern nimmt nur an, dass in der einen die Ursache von der andern liege, oder dass mehrere Erscheinungen in einem gesetzmässigen Zusammenhange stehen, wofür sie einen Ausdruck gibt, der die Gesetzmässigkeit im Wechsel der Erscheinungen festhalten soll. Ferner darf nicht unbeachtet bleiben, dass sie auf Verhältnisse gerichtet ist, deren Abhängigkeit von einander, wenn diese einmal angenommen wird, durch mathematische Construction dargethan werden kann; indem es lediglich auf räumliche Beziehungen ankommt, so dass, wie ich auch schon früher angemerkt habe, die aus unserer Hypothese entwickelte Theorie ein Regulativ für die Induction gibt, die dadurch in Stand gesetzt wird, die Mannichfaltigkeit der Erscheinungen in ihrer Gesetzmässigkeit, d. h. in ihrem Zusammentreffen mit den davon aufgestellten Regeln, zu erkennen. Die Hypothese ist daher *der* Art, dass ich sie inductions- oder erfahrungsmässig nennen möchte im Gegensatze gegen andere, die das Gepräge der Speculation an sich tragen. Die letzteren müssen davon sorgfältig getrennt werden, denn sie sind von ganz anderer Art und von anderem Einflusse auf die Wissenschaft; indem damit nicht nur Kräfte vorausgesetzt werden, welche die That-
sachen erklären sollen, sondern auch mehr bezweckt

wird, als die blosse Construction der mathematischen Verhältnisse der Erscheinungen aus solchen angenommenen Kräften; und indem sogar aus vorausgesetzten Qualitäten solcher Kräfte die Beschaffenheit der Erscheinungen herzuleiten versucht wird. Dabei können Annahmen entstehen, wovon thatsächlich *nichts* nachgewiesen ist und *nichts* nachzuweisen steht. Es können dadurch Dinge in der Natur vorausgesetzt werden, die niemals darin gewesen sind und niemals darin sein werden, wie z. B. die Wirbel, die *Cartesius* *) und die Kanäle und Klappen im Eisen, die *Euler* **) angenommen hat, um die magnetischen Erscheinungen zu erklären. Wer möchte indessen bezweifeln, dass genialen Geistern gelingen könne, auch durch Hypothesen dieser Art unsere Einsichten zu erweitern, insofern nur in den vorausgesetzten Kräften ein nothwendiger Erklärungsgrund gefunden ist und die Annahmen, was jedoch bei den angeführten Beispielen nicht eintritt, von Willkühr frei und nicht gänzlich leer sind ***). In der *Geognosie* halte ich aber solche Hypothesen für unzulässig und darin, dass sie dergleichen

*) Principia philosophiae. P. IV. §. CXXXIII. p. 259. der Elzevirschen Ausgabe v. J. 1644.

**) Physicalisches Wörterbuch von Fischer. Thl. 3. p. 450.

***) Lehrbuch der Naturlehre von Fries. Thl. 1, Jena 1826. p. 29. §. 15.

nicht aufnimmt, finde ich ihre wesentliche Trennung von der *Geologie*. Denn die erstere ist auf das Gebiet der Erfahrung beschränkt und hat die Kenntniss von der Zusammensetzung der Erdrinde zum Stoff; d. h. sie ist auf Ausmittlung und Darstellung der Beschaffenheit der Naturkörper, woraus die Erdrinde besteht, und auf Erforschung der Gesetze gerichtet, die über die Zusammenfügung dieser Körper im Bau der Erde zu entdecken sind. Dadurch ist die Geognosie einer Seits auf die naturhistorisch beschreibende Methode, — vorzüglich in der Gebirgskunde, — und anderer Seits, wie bei den Lagerungsbestimmungen, auf Construction räumlicher Verhältnisse beschränkt, die sie in ihrer Gesetzmässigkeit nachzuweisen hat. In dieser letzten Hinsicht sind in ihr Hypothesen von der Art zulässig, zu welcher die in dieser Schrift behandelte gehört. Ausgeschlossen davon müssen aber nach meiner Ansicht, alle solche bleiben, die Qualitäten und Kräfte voraussetzen, um daraus qualitative und formelle Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Erdrinde zu erklären; denn damit geht unsere Wissenschaft aus dem Gebiete der Erfahrung heraus. Davor aber, dass die Erfahrung solche speculativen Annahmen aufnimmt und zu beweisen versucht, ist nicht genug zu warnen; denn dadurch sind die völlig leeren oder doch wenigstens willkührlichen Hypothesen entstanden, die Ursachen voraussetzen, wovon die Nothwendigkeit ihrer Annahme so wenig als das

wirkliche Vorhandenseyn darzuthun ist. Die Geognosie ist auf den sichern Boden der Erfahrung gegründet, und auf diesem wird sie sich immer mehr befestigen, wenn sie die Hypothesen der zweiten Art über Erdbildung und die dabei wirksam gewesenen Kräfte, die ich speculative nenne, vorerst gänzlich der Geologie überlässt. Deshalb brauchen übrigens der Geognosie Sätze nicht fremd zu bleiben, die nur Thatsachen in ihrem gesetzmässigen Zusammenhange nachweisen und gewissermassen nur Ausdrücke für die Abhängigkeit der Erscheinungen von einander sind. Die *Schmidtsche* Hypothese von der Verschiebung der Gänge halte ich daher für eine *geognostische*, denn sie drückt nur aus, wie die beobachtete tiefere Lage der Gebirgsschichten im Hangenden der Gänge mit den Verschiebungen durchschnittener Gänge in Beziehung steht. Sie setzt keine Kraft voraus und will auch keine Erklärung von einer Qualität geben, sondern lediglich die Abhängigkeit räumlicher Verhältnisse von einander nachweisen. Ebenso halte ich die *Wernersche* Hypothese von der Entstehung der Gänge für *geognostisch*, insoweit sie ausdrückt: *Gänge sind ausgefüllte Spalten*. Aber in das Gebiet der Geologie gehört sie in Rücksicht der zugleich damit beabsichtigten Erklärung der Ausfüllung der Gänge aus wässerigen Niederschlägen von oben herein; denn hierbei wird eine Auflösung als Thatsache angenommen, die niemals als wirklich vorhandene, oder auch nur als unumgänglich noth-

wendige, Ursache wird nachgewiesen werden können.

Aus dieser Unterscheidung der Hypothesen geht der Unterschied zwischen Geognosie und Geologie mit völliger Bestimmtheit hervor. Derselbe liegt, wie bei allen Wissenschaften, die auf einen und denselben Gegenstand gerichtet sind, in der Methode. Das Wesen der erstern habe ich bereits näher bezeichnet. Das der Geologie besteht darin, dass sie Kräfte annimmt und diese selbst der Qualität nach zu bestimmen versucht, um daraus die qualitative und formelle Verschiedenheit in der Erdbildung und also auch die Entstehung des jetzigen Zustandes der Erde zu erklären. In wie weit diess möglich sein mag, lasse ich ununtersucht; da es hier nur darauf abgesehen war, den Unterschied zwischen geognostischen und geologischen Voraussetzungen herauszuheben, um dadurch der in dieser Schrift näher behandelten *Schmidtschen* Hypothese über die Verschiebung der Gänge richtige Würdigung zu verschaffen, und zugleich die geognostische Zulässigkeit derselben nachzuweisen.

Sechstes Capitel.

*Mathematische Bestimmung der Lage der Durchschnitts-
linie zweier Gänge, nebst Anwendung dieser Bestim-
mung; und daraus hervorgehende Specialregeln für die
Beurtheilung der Gangverschiebungen.*

**Zur Anwendung der von mir gegebenen General-
Regel ist erforderlich, das Streichen der Durch-
schnittsline der beiden Gänge zu bestimmen,
wobei dieselben als einander schneidende Flächen,
ohne die Verwerfung zu berücksichtigen, gedacht
werden. Diese Bestimmung kann auf mehrerlei
Weise geschehen und obgleich die Aufgabe: das
Streichen des Durchschnitts zweier Gangflächen
zu finden, wenn deren Streichen und Fallen gege-
ben ist, schon durch von Oppel *) den Markschei-
dern zur Auflösung vermittelt der sphärischen**

*) Markscheidekunst. §. 618. p. 272.

Trigonometrie vorgelegt worden ist, und *Kästner* *) die Auflösung gegeben hat, der auch *Lempe* **) gefolgt ist: so glaube ich doch hier dieselbe Aufgabe behandeln zu müssen, da ich deren Gebrauch zu meinem Zwecke nur alsdann genügend werde darthun können, wenn sie dem Leser mit ihrer Auflösung völlig gegenwärtig ist, der dadurch vielleicht zugleich von der Anwendbarkeit der Mathematik in der Geognosie Ueberzeugung erhält. Uebrigens folge ich nur theilweise den genannten Autoren, indem ich mich bemühe, die Auflösung leicht verständlich, meinem Zwecke angemessen zu geben und zwar 1) durch Verzeichnung, 2) durch ebene Trigonometrie und 3) durch sphärische Trigonometrie.

Bei rechtsinnig fallenden Gängen (AB und CD, Fig. 6^a Taf. I) liegt der Durchschnitt (OG) innerhalb des stumpfen Streichungswinkels (AOD), worin die Hangenden der beiden Gänge gegen einander gekehrt sind; bei widersinnigen Gängen (AB und CD, Fig. 6^b Taf. I) aber im spitzen Winkel (AOD), innerhalb dessen sich gleichfalls

*) Anmerkungen über die Markscheidekunst. Göttingen bei Vandenhock 1775. Anmerk. 30. p. 193.

**) Gründliche Anleitung zur Markscheidekunst. Leipzig bei Crusius 1782. p. 290.

Fortsetzung der gründlichen Anleitung zur Markscheidekunst. Leipzig bei Crusius 1792. p. 45.

die beiden Gänge zufallen. Sobald das Streichen und Fallen zweier Gänge bekannt ist, lässt sich auch jedesmal beurtheilen, in welchem der vier Streichungswinkel sie gegen einander fallen und sich also durchschneiden. Um nun die Durchschnittslinie (OG, Fig. 6 a und b Taf. I) zu bestimmen, ist erforderlich, für eine angenommene Seigerteufe die Sohlen (mn und m' n') beider Gänge zu berechnen und jede auf dem Streichen des betreffenden Ganges auf der Seite, wo er dem andern zufällt, rechtwinklicht aufzusetzen; durch die Endpunkte (n und n') aber, dem Gangstreichen parallel, Linien (A'B' und C'D') zu ziehen, um dadurch die Streichungslinien beider Gänge in der angenommenen tiefern Sohle zu verzeichnen. Der Durchschnittspunkt (G) dieser beiden Linien ist alsdann auch der Durchschnittspunkt der beiden Gänge in dieser tiefern Sohle, und aus der Verbindung der beiden Durchschnittspunkte (O und G) durch eine gerade Linie wird sich die Lage der Durchschnittslinie (OG) ergeben.

Es sei nun der donlägigere Gang (AB Fig. 6 a) der Verwerfer und im Liegenden (bei O) angefahren. In diesem Falle gibt nach der Zeichnung das Loth (OQ') an, dass die Verschiebung nach der Seite, nach welcher an dem Anfahrungspunkte der stumpfe Winkel liegt, statt finde. Es lässt sich jedoch leicht einsehen, dass, wenn der Verwerfer, wie wir angenommen haben, der donlägigere Gang ist, das Loth auch auf die andere

Seite des Durchschnits fallen kann. Der Theil des betreffenden stumpfen Streichungswinkels, den die Streichungslinie des flachern Ganges mit dem Durchschnitte, — oder vielmehr mit dem Streichen des Durchschnits, indem von söhligen Winkeln die Rede ist, — bildet, ist nämlich immer der grössere und er kann folglich auch grösser als ein rechter *werden*, ebensowohl, wie er kleiner bleiben kann; da der *grössere* Theil eines stumpfen Winkels bald grösser, bald kleiner, bald eben so gross wie ein *rechter* ist.

Nehmen wir hingegen den seigerer fallenden Gang (CD Fig. 6^a Taf. I) als den Verwerfer an, der gleichfalls im Liegenden (bei O) angefahren sein mag: so ist es unzweifelhaft, dass das Loth (OP') auf seinem Streichen immer nach einer und derselben Seite von der Durchschnittslinie abweicht. Denn der Winkel (GOD), welchen das Streichen des seigerern Ganges mit dem Durchschnitte bildet, ist stets der kleinere Theil des stumpfen Streichungswinkels (AOD), innerhalb dessen die beiden Gänge einander zufallen. Wenn er aber der kleinere Theil eines stumpfen Winkels ist: so kann er niemals einem *rechten* gleich werden, und noch viel weniger einen solchen übersteigen. Also kann die Durchschnittslinie niemals aus dem rechten Winkel herausfallen, den das Loth (OP') mit der Streichungslinie (OD) bildet; und bleibt also auch immer auf einer Seite desselben. Das Loth (OP') weiset nun in diesem

Falle nach der Richtung hin, nach welcher am Anfahrungspunkte (O), an der Seite, auf welcher der Verwerfer zuerst getroffen ist, der *stumpfe* Winkel (BOC) liegt, und es wird also auch in dieser Richtung stets das verworfene Gangstück, unter den vorausgesetzten Umständen, der Theorie gemäss auszurichten sein. Dasselbe gilt auch aus denselben Gründen für solche Fälle, worin beide rechtsinnige Gänge gleiche Fallungswinkel haben.

Dass der Winkel (X Fig. 7. Taf. I), den die Streichungslinie (AE) des donlägigern Ganges mit dem Durchschnitte (DC) macht, stets, wie ich vorhin gesagt habe, der grössere sei, lässt sich leicht dathun. Denn der kleinere Fallungswinkel (β) des donlägigern Ganges gibt für gleiche seigere Teufen die grössere Sohle (KD) und der grössere Fallungswinkel (α) des seigerern Ganges gibt die kleinere Sohle (DG). Das Viereck (CDGK), welches wir uns in der Ebene der Sohlen DK und DG aus diesen und dem Grundrisse des Gangstreichens (AE und BF) der höhern Sohle beschreiben denken können, hat aber zwei gegeneinander überstehende rechte Winkel (bei G und K) und folglich lässt sich um dasselbe ein Kreis beschreiben, an dessen Peripherie die Winkel (x und $\psi - x$) liegen, die die beiden Gangstreichen mit dem Durchschnitte auf der Horizontalfläche bilden. Davon steht der (x), welchen der donlägigere Gang mit dem Durchschnitte bildet, auf der grössern Sehne (DK) und ist also auch der grössere.

Bei widersinnig fallenden Gängen (AB und CD. Fig. 6^b Taf. I) ist der Streichungswinkel (AOD) innerhalb dessen der Durchschnitt fällt, stets ein *spitzer*. Das Loth (OP' oder OQ), es mag auf des einen oder des andern Ganges Streichen aufgesetzt sein, fällt daher immer ausserhalb dieses Winkels, und kann (wie OP und OQ, oder OP' und OQ') indem es auf einer und derselben Seite der Streichungslinie des Verwerfers errichtet ist, niemals bald rechts bald links vom Durchschnitte (OG) liegen. Da nun das Loth bei der dormalen angenommenen Voraussetzung immer in den stumpfen Winkel (AOC oder BOD) fällt, der der Nebenwinkel des Streichungswinkels (AOD) ist, zwischen dessen Schenkeln die Durchschnittslinie bleibt: so folgt, dass dasselbe auch stets nach der Seite hin von dem Durchschnitte abweicht, auf welcher der andere Nebenwinkel des stumpfen, nämlich der am Anfahrungspuncte, auf der zuerst angefahrenen Seite des Verwerfers liegende *spitze* sich befindet. Unter der angenommenen Voraussetzung wird also das Loth stets anweisen, das verschobene Gangstück auf der Seite zu suchen, auf welcher am Anfahrungspuncte der *spitze* Winkel liegt.

Aus diesen so eben angestellten Erörterungen lassen sich nun folgende Special-Regeln ziehen:

- 1) Wenn zwei rechtsinnige Gänge sich im Streichen durchschneiden, und der durchsetzende der donlägigere ist: so kann die Verwerfung

sowohl nach der Seite des *stumpfen* als auch nach der Seite des *spitzen* Winkels geschehen sein. In allen diesen Fällen ist daher, so wie auch, wenn beide Gänge *rechtwinklicht* gegen *einander streichen*, zuvörderst die Lage des Durchschnitte zu bestimmen und nach der allgemeinen Regel, — wonach die Abweichung des auf dem Streichen des Verwerfers zu errichtenden Loths von dem Durchschnitte die Richtung der Verschiebung bestimmt, — zu verfahren; denn unter allen diesen Umständen können die folgenden Specialregeln genau genommen keine Anwendung finden.

- 2) Wenn von zwei rechtsinnig fallenden Gängen der Verwerfer der seigerere ist, oder beider Gänge Fallungswinkel gleich sind: so kann die Wiederausrichtung des verworfenen Gangs, nach gehöriger Ueberbrechung des Verwerfers nur auf der Seite, wo am Anfahrungspuncte der stumpfe Winkel liegt, geschehen.

Diese Regel gilt jedoch für rechtsinnige Gänge von gleichem Fallen nur, wenn die völlig seigeren ausgeschlossen bleiben, da, wenn beide Gänge völlig seiger sind, keine Verwerfung eintreten kann.

- 3) Bei widersinnigen Gängen ist, um das verworfene Gangstück wieder aufzufinden, sobald die Ueberbrechung des Verwerfers geschehen, nach

der Seite, auf welcher am Anfahrungspunct der spitze Winkel liegt, aufzufahren.

4) Wenn einer der beiden Gänge ein völlig seigeres Fallen hat, so ist zu unterscheiden:

a) ob man Ursache hat, beide als rechtsinnig fallende anzunehmen, und, sobald diess geschehen muss, ist

α) wenn der Verwerfer der seigere ist, die Ausrichtung im stumpfen Winkel zu versuchen, und

β) wenn der Verwerfer der donlägige ist, nach der ersten oder Generalregel zu verfahren;

oder:

b) ob beide Gänge als widersinnige betrachtet werden müssen, in welchem Falle die Wiederausrichtung nur auf der Seite, auf welcher der spitze Winkel liegt, zu erwarten steht, und also nach der oben angegebenen dritten Regel zu verfahren ist.

5) Da nur alsdann, wenn der Verwerfer der donlägigere Gang ist, die Durchschnittslinie auf die eine oder die andere Seite des auf ihm errichteten Loths oder auch in dieses Loth selbst fallen kann: so ist es, — ausser in dem bereits angeführten Falle, wo vorausgesetzt wurde, dass beide Gänge völlig seiger seien, — nur in die-

sem Falle, indem ein älterer Gang von einem jüngern durchsetzt wird, möglich, dass keine Verschiebung des ältern Ganges eintritt; und diess wird immer geschehen, wenn die Richtung des Durchschnitts in das auf dem Streichen des Verwerfers errichtete Loth fällt.

- 6) Es ist demnach auch in allen den Fällen, worin die Generalregel nicht zur Anwendung zu kommen braucht, immer anzunehmen, dass eine Verwerfung statt finden werde, d. h. in allen den Fällen, wo widersinnige Verflächung eintritt, oder der Durchsetzer der seigerere Gang ist, oder beider Gänge Fallungswinkel gleich sind; und wenn sich bei anderen Fällen durch Anwendung der Generalregel ergeben sollte, dass keine Verwerfung statt finden könne: so ist anzunehmen, dass der durchsetzte Gang völlig abgeschnitten sei, wenn er nicht durch Ueberbrechung des Verwerfers in der Richtung seines Streichens am entgegengesetzten Salbande, ohne *rechts* oder *links* aufzufahren, wieder getroffen wird.

Wenn nämlich der Gang sich nicht da findet, wo er der Theorie gemäss zu suchen ist: so müssen wir, so lange diese gilt, auch annehmen dürfen, dass alsdann der Fall einer Durchsetzung überall nicht vorhanden sei, und diess wird nur bei völliger Abschneidung oder Scharung statt finden können. Der Theorie widerstreitet eine

solche völlige Abschneidung oder Scharung deshalb keinesweges, da wir annehmen dürfen, sie werden nur eintreten, wenn der verlorene Gang mit dem abschneidenden von gleichzeitiger Bildung oder jünger als derselbe ist, d. h. wenn die Spalte, aus deren Ausfüllung der verlorene Gang besteht, vor der des abschneidenden geendigt oder sich damit vereinigt hat. Es lässt sich sehr wohl annehmen, wie ich schon dargethan habe, dass unausgefüllte Spalten durch *neu* entstandene verworfen und nachher beide auf gleiche Weise ausgefüllt wurden; so dass also Gänge von gleichzeitiger *Ausfüllung* sich dennoch verwerfen können, welches Verhältniss oft unter der Benennung des Schleppens mit begriffen wird. Ebensowohl lässt sich aber auch denken, dass gleichzeitig entstandene Spalten einander zulaufen, ohne sich wirklich zu durchschneiden, mithin also die eine vor der andern endigte; oder auch, dass eine Gangspalte ihre Endigung fand, wenn sie in der Ausfüllungsmasse der früher entstandenen auf einen Widerstand traf. Unter solchen Umständen musste entweder Scharung oder völlige Abschneidung hervorgehen und die Wiederausrichtung des verlorenen Ganges ist dabei nicht zu hoffen, da derselbe kein durchsetzter älterer ist. Einen solchen Fall dürfen wir also, der Theorie gemäss, immer alsdann annehmen, wenn der verlorene Gang sich wirklich nicht da wieder anlegt, wo es, der Regel nach, bei vorausgesetzter wirklicher Durchschneidung desselben geschehen müsste.

Obgleich die Beurtheilung über die Richtung der Verschiebung, wie gezeigt worden ist, in mehreren Fällen genügend auch ohne Bestimmung der Lage des Durchschnitts der beiden Gänge geschehen kann: so ist solche doch immer bei Anwendung der Generalregel erforderlich. Nicht immer findet sich indessen Gelegenheit zu einer genauen geometrischen Zulage, und deshalb, so wie auch um das Resultat auf kürzerm Wege und möglichst richtig zu erhalten, ist der Gebrauch der Trigonometrie hier zweckmässig.

Wenn von zwei Gängen (AE und BF Fig. 7. Taf. I.) die einander durchschneiden, Streichen und Fallen bekannt ist; so ist auch der Streichungswinkel (ACB), innerhalb dessen sie einander zufallen, bekannt, und wir setzen ihn $= \psi$. Das Fallen des einen Ganges (AE) sei $= \beta$ und das des andern (BF) $= \alpha$. Zwei Durchschnittspuncte (C und D) der Streichungslinien (AE, BF und DH, DJ) der Gänge in zwei verschiedenen Sohlen liegen um die Seigerteufe $= h$ unter einander und die bei dieser Seigerteufe den Donlägen der Gänge entsprechenden Sohlen (DK und DG) setzen wir $= a$ und $= b$. Zur Bestimmung dieser Sohlen dienen nun die Proportionen

$$\begin{aligned} \text{tang } \beta : 1 &= h : a \text{ und} \\ \text{tang } \alpha : 1 &= h : b, \text{ woraus} \end{aligned}$$

wir erhalten:

$$a = \frac{h}{\text{tang } \beta} \text{ und } b = \frac{h}{\text{tang } \alpha}.$$

In dem Vierecke (CDGK), welches die Streichungslinien und Sohlen, wenn man die ersteren mit den letzteren in einer Fläche denkt, mit einander bilden, und um welches sich ein Kreis beschreiben lässt, ziehen wir zwischen den beiden Durchschnittspuncten eine Diagonale (CD) und ebenso zwischen den Puncten, wo die Sohlen rechtwinklicht auf den Streichungslinien stehen, eine Diagonale (GK). Die erstere gibt die Durchschnittslinie der beiden Gänge an und die andere bildet mit den beiden Sohlen ein Dreieck (DGK). In diesem Dreiecke ist ein Winkel $(GDK) = 180 - \psi$ bekannt, und zwei denselben einschliessende Seiten ($DK = a$ und $DG = b$) sind gleichfalls bereits bestimmt. Von den beiden anderen Winkeln dieses Dreiecks, welche die Diagonale (KG) mit den Sohlen (bei K und G) bildet ist der erstere $\gamma = \psi - x$ und der andere $\delta = x$. Wenn also der Winkel δ bestimmt ist, so ist auch der Winkel x gefunden, d. h. derjenige horizontale Winkel, welcher, als ein Theil des gleichfalls horizontalen Winkels ψ , die Abweichung der Streichungslinie des Durchschnitts von der Streichungslinie (AE) der einen Gangfläche angibt. Da nun

$a + b : a - b = \tan \frac{\delta + \gamma}{2} : \tan \frac{\gamma - \delta}{2}$ und $\gamma + \delta = 180^\circ - (180^\circ - \psi) = \psi$; so ergibt sich durch Substitution der für a und b bereits gefundenen Werthe

$$\left(\frac{h}{\tan \beta} + \frac{h}{\tan \alpha} \right) : \left(\frac{h}{\tan \beta} - \frac{h}{\tan \alpha} \right) = \tan \frac{\psi}{2} : \tan \frac{\gamma - \delta}{2}$$

oder:

$$\frac{h(\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta)}{\operatorname{tg} \beta \cdot \operatorname{tg} \alpha} : \frac{h(\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta)}{\operatorname{tg} \beta \cdot \operatorname{tg} \alpha} = \operatorname{tg} \frac{\psi}{2} : \operatorname{tg} \frac{\gamma - \delta}{2}$$

woraus folgt:

$$\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta : \operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \frac{\psi}{2} : \operatorname{tg} \frac{\gamma - \delta}{2}$$

und
a

$$\operatorname{tg} \frac{\gamma - \delta}{2} = \operatorname{tg} \frac{\psi}{2} \left(\frac{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta} \right).$$

Für $\frac{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta}$ können wir nun

$\frac{\sin(\alpha - \beta)}{\sin(\alpha + \beta)}$ setzen, da beide Ausdrücke gleichen

Werth haben, und alsdann ergibt sich

$$\operatorname{tg} \frac{\gamma - \delta}{2} = \operatorname{tg} \frac{\psi}{2} \left(\frac{\sin(\alpha - \beta)}{\sin(\alpha + \beta)} \right)$$

und je nachdem es grösser oder kleiner als γ , welches davon abhängt ob $\alpha \gtrless \beta$, auch δ , also auch

$$x = \frac{\psi}{2} \pm L \left(\operatorname{tang} \frac{\psi}{2} \left[\frac{\sin(\alpha - \beta)}{\sin(\alpha + \beta)} \right] \right).$$

Um nun die Anwendung dieser Formel zu zeigen, wollen wir die drei Beispiele hier berechnen, die bereits oben bei der Prüfung der *Schmidtschen* Regeln angeführt worden sind. Das erste derselben dient zur Erläuterung der Be-

hauptung, dass die beiden ersten *Schmidtschen* Regeln sich nur auf die Fälle beziehen können, in welchen der Verwerfer bei rechtsinnigen Gängen der seigerere ist. Wenn nämlich die beiden Gänge (Fig. 3. Taf. I) den Streichungswinkel $\psi = 110^\circ$ mit einander bilden, und der Fallungswinkel des Verwerfers $= \beta = 35^\circ$ und der des abgeschnittenen Ganges $= \alpha = 70^\circ$ ist: so finden wir, da hier $\beta < \alpha$ und also $x > \psi - x$,

$$x = 55^\circ + L \left(\text{tang } 55^\circ \left[\frac{\sin (70^\circ - 35^\circ)}{\sin (70^\circ - 35^\circ)} \right] \right) \\ = 55^\circ + L \left(\text{tang } 55^\circ \left[\frac{\sin 35^\circ}{\sin 75^\circ} \right] \right)$$

Hiernach ist die Ausrechnung folgende:

$$\begin{array}{r} +1 \\ \log \sin 35^\circ = 9,7585913 - 1 \\ \log \sin 75^\circ = 9,9849438 \\ \hline 0,7736475 - 1 \\ \log \text{tang } 55^\circ = 10,1547732 \\ \hline 9,9284207 = \text{tg } 40^\circ 17' \end{array}$$

und also:

$$x = 55^\circ + 40^\circ 17' = 95^\circ 17'$$

Das auf dem Verwerfer (CD) errichtete Loth (OP) liegt also innerhalb dieses Winkels, und weist mithin, durch seine Abweichung vom Durchschnitte (OQ), nach der Seite, auf welcher

am Anfahrungspuncte (O) der spitze Winkel liegt, und wo also auch das verworfene Gangstück, der Theorie gemäss, aufgesucht werden muss.

Die beiden anderen oben angeführten Beispiele thun dar, dass schon durch Veränderung des Streichungswinkels, wenn der flachere Gang der Verwerfer ist, die Verschiebung bald nach der Seite des stumpfen, bald nach der Seite des spitzen Winkels der Theorie gemäss geschehen müsse. Wenn nämlich beide Gänge (AB und CD, Fig. 4. Taf. I) unter dem Winkel $\psi = 100^\circ$ gegen einander streichen und rechtsinnig, der Verwerfer unter dem Winkel $= \beta = 60^\circ$ und der abgeschnittene unter dem Winkel $= \alpha = 80^\circ$, fallen: so erhalten wir, da hier wieder $\alpha < \beta$ und also $x > \psi - x$

$$\begin{aligned} x &= 50^\circ + L \left(\text{tang } 50^\circ \left[\frac{\sin(80^\circ - 60^\circ)}{\sin(80^\circ + 60^\circ)} \right] \right) \\ &= 50^\circ + L \left(\text{tang } 50^\circ \left[\frac{\sin 20^\circ}{\sin 40^\circ} \right] \right). \end{aligned}$$

Demnach ergibt die Rechnung:

$$\begin{array}{r} +1 \\ \log \sin 20^\circ = 9,5340517 - 1 \\ \log \sin 40^\circ = 9,8080675 \\ \hline 0,7259842 - 1 \\ \log \text{tang } 50^\circ = 10,0761865 \\ \hline 9,8021707 = \log \text{tg } 32^\circ 22' \\ x = 50^\circ + 32^\circ 22' = 82^\circ 22'. \end{array}$$

In diesem Falle bleibt die Durchschnittslinie (OQ) innerhalb des rechten Winkels, welchen das Loth (OP) auf dem Streichen des Verwerfers bildet, und dasselbe weicht nach der Seite vom Durchschnitte ab, auf welcher am Anfahrungspuncte (O) der *stumpfe* Winkel liegt. Auf dieser Seite ist also auch die Wiederausrichtung des verworfenen Gangstücks zu bewerkstelligen.

Nehmen wir hingegen bei Beibehaltung der Fallungsverhältnisse der Gänge, wie solche im letzten Beispiele angenommen sind, den Streichungswinkel $\psi = 120^\circ$; so ergibt sich

$$x' = 60^\circ + \angle \left(\text{tang } 60^\circ \left[\frac{\sin 20^\circ}{\sin 40^\circ} \right] \right)$$

also nach der Rechnung:

$$\log \sin 20^\circ - \log \sin 40^\circ = 0,7259842 - 1$$

$$\log \text{tang } 60^\circ = 10.2385606$$

$$9,9645448$$

$$= \log \text{tang } 42^\circ 39' \text{ und also } x' = 60^\circ + 42^\circ 39' = 102^\circ 39'.$$

Das Loth (OP) fällt demnach innerhalb des stumpfen Winkels (COQ') den das Streichen des Verwerfers (CO) mit dem Streichen des Durchschnitte (OQ') bildet und weist also auch nach der Seite, auf welcher am Anfahrungspuncte der *spitze* Winkel (AOC) liegt.

Mit der bisher geometrisch und trigonometrisch gegebenen Auflösung der Aufgabe: das Streichen der Durchschnittslinie zweier Gänge zu bestimmen, — lässt sich zwar in allen Fällen ausreichen, wo es darauf ankommt, der angenommenen Theorie gemäss die Richtung der Verwerfung eines Ganges zu bestimmen. Indessen wird sich für die Bestimmung der Lage des Durchschnitts noch auf einem andern Wege eine Formel ergeben, die mehr, als die im Vorstehenden aufgestellte, eine völlig klare Uebersicht gewährt von den bei der Beurtheilung der Gangverschiebungen nach der angenommenen Hypothese in Betracht kommenden geometrischen Grössen und deren wechselseitiger Beziehung und Bestimmbarkeit. Die sphärische Trigonometrie führt leicht zu diesem wünschenswerthen Ziele.

Es werden zwei Gangflächen (KCA und KCB Fig 8^a und 8^b Taf. 1) vorgestellt, die sich unter einem gegebenen horizontalen Winkel (BKA) schneiden. In einem Falle (Fig. 8^a) sind beide Gänge rechtfallend; im andern (Fig. 8^b) aber sind sie widersinnig. Die Punkte (A und B), wo die Gangflächen den Horizont schneiden, bilden für den Mittelpunkt (K) einer Kugel, wovon die Durchschnittslinie (KC) der Gänge ein Radius ist, mit einem Punkte (O), der als Endpunkt dieser Durchschnittslinie angenommen wird, ein sphärisches Dreieck (ABC). Diess ist jedoch das eine Mal (Fig. 8^a) stumpfwinklicht (bei B), wenn beide

Gänge rechtsinnig fallen; und das andere Mal spitzwinklicht (Fig. 8^b), wenn beide Gänge widersinnig fallen. Es kommt nun darauf an, das Streichen der Durchschnittslinie (KC) der beiden Gänge zu bestimmen; d. h. den horizontalen Winkel ($AKD = x$) zu finden, den die horizontale Verzeichnung (KD) der Durchschnittslinie mit einer Gangstreichungslinie (KA) bildet.

Der Streichungswinkel (AKB oder Bogen AB) sei $= \varphi$. Alsdann erhalten wir in dem ersten Falle den Bogen oder Winkel (BD) um welchen der zweite Gang im Streichen von der Richtung des Durchschnitts abweicht $= x \varphi$; im andern Falle aber ist dieser Bogen (BD Fig. 8^b) $= \varphi - x$. A und B sind jedesmal die Fallungswinkel.

Bei den rechtsinnig fallenden Gangflächen (KCA und KCD Fig. 8^a) können wir nun, da der Bogen $CD = y$ ein Loth ist, folgende Proportionen*) setzen:

$$1) r : \sin x = \tan A : \tan y$$

$$2) r : \sin x - \varphi = \tan B : \tan y$$

Aus der ersten Proportion ergibt sich:

$$\tan y = \tan A. \sin \alpha$$

und aus der zweiten:

$$\begin{aligned} \tan y &= \tan B. \sin (x - \varphi) \\ &= \tan B (\sin x. \cos \varphi - \cos x. \sin \varphi) \end{aligned}$$

*) Kästners Anfangsgründe. 1. Thl. 1. Abtheil. Sphärische Trigonometrie. 1. Satz II. 5. Aufl. p. 554.

Mithin ist:

$$\operatorname{tg} A \cdot \sin x = \operatorname{tg} B \cdot (\sin x \cdot \cos \varphi - \cos x \cdot \sin \varphi)$$

also:

$$\frac{\operatorname{tg} A}{\operatorname{tg} B} = \frac{\sin x \cdot \cos \varphi - \cos x \cdot \sin \varphi}{\sin x}$$

$$= \cos \varphi - \frac{\cos x \cdot \sin \varphi}{\sin x}$$

$$= \cos \varphi - \cotg x \cdot \sin \varphi$$

und demna :

$$\frac{\operatorname{tg} A}{\operatorname{tg} B \cdot \sin \varphi} = \frac{\cos \varphi}{\sin \varphi} - \cotg x.$$

oder:

$$\frac{\operatorname{tg} A \cdot \cotg B}{\sin \varphi} = \cotg \varphi - \cotg x$$

so dass also :

$$\cotg x = \cotg \varphi - \frac{\operatorname{tg} A \cdot \cotg B}{\sin \varphi}.$$

Bei den widersinnig fallenden Gangflächen (KCÄ und KCB Fig. 8^b) ergeben sich, ebenso wie vorhin, folgende Proportionen:

$$1) r : \sin x = \operatorname{tg} A : \operatorname{tg} y$$

$$2) r : \sin \varphi - x = \operatorname{tg} B : \operatorname{tg} y$$

Aus der ersten erhalten wir nun wieder:

$$\operatorname{tg} y = \operatorname{tg} A \cdot \sin x,$$

aus der zweiten hingegen:

$$\operatorname{tg} y = \operatorname{tg} B \cdot \sin (\varphi - x)$$

$$= \operatorname{tg} B \cdot (\sin \varphi \cdot \cos x - \cos \varphi \cdot \sin x)$$

Daher ist

$$\operatorname{tg} A \cdot \sin x = \operatorname{tg} B (\sin \varphi \cdot \cos x - \cos \varphi \cdot \sin x)$$

und

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} A \cdot \cotg B &= \frac{\sin \varphi \cdot \cos x - \cos \varphi \cdot \sin x}{\sin x} \\ &= \sin \varphi \cdot \cotg x - \cos \varphi, \end{aligned}$$

also:

$$\frac{\operatorname{tg} A \cdot \cotg B}{\sin \varphi} = \cotg x - \cotg \varphi$$

und

$$\cotg x = \cotg \varphi + \frac{\operatorname{tg} A \cdot \cotg B}{\sin \varphi}$$

Für beide Fälle gültig können wir daher schreiben:

$$\cotg x = \cotg \varphi \pm \frac{\operatorname{tg} A \cdot \cotg B}{\sin \varphi}.$$

Die Bedeutung der beiden Zeichen (+ und —) lässt sich hier leicht einsehen, und daher ist es auch leicht zu beurtheilen, welches in einem vorliegenden Falle gebraucht werden muss, wenn diess auch nicht schon durch die Entwicklung der Formel ausser Zweifel gesetzt wäre. Der Werth von $\frac{\operatorname{tg} A \cdot \cotg B}{\sin \varphi}$ kann nämlich nur negativ werden, wenn das Kugeldreieck (ABC), welches die Lage der beiden Gangflächen gegen einander

bestimmt stumpfwinklicht ist, indem alsdann der Winkel B, als Winkel in diesem Dreiecke, obgleich er als Fallungswinkel immer spitz ist, als stumpfer $= 180 - B$ in Rechnung kommt, so dass demnach $\cotg B$ einen negativen Werth erhält und also auch der besprochene Ausdruck eine negative Grösse wird. Diess tritt immer bei rechtsinnig fallenden Gangflächen ein. Bei widersinnigen Gängen bleiben beide Fallungswinkel (A und B) auch für das sphärische Dreieck *spitz*, so wie sie als Fallungswinkel immer als spitze Winkel angegeben werden und der Ausdruck $\frac{\tg A. \cotg B}{\sin \varphi}$ ent-

hält demnach keinen negativen Factor und bleibt positiv. Da übrigens bei widersinnig fallenden Gängen, wie wir bereits gesehen haben, die Richtung der Verwerfung stets nach der Seite des spitzen Streichungswinkels am Anfahrungspuncte anzunehmen ist: so wird es niemals erforderlich, die Formel mit dem *positiven* Zeichen wirklich zu gebrauchen. Ihre Anwendung für die Fälle, worin das negative Zeichen gilt, lässt sich übrigens leicht einsehen. Es kommt überall nur darauf an, die Lage des Durchschnitts richtig zu bestimmen; und wenn diess geschehen, so lässt sich jedesmal leicht beurtheilen, nach welcher Seite hin das auf dem Verwerfer zu errichtende Loth von dem Durchschnitte abweicht. Um jedoch hierbei Verwechselungen zu vermeiden, ist in jedem Falle der spitze Streichungswinkel $= \varphi$ auf der Seite anzunehmen, wo der Verwerfer im Hangenden des

durchsetzten Ganges liegt. Alsdann ergibt sich das Streichen des Durchschnitts oder der Winkel x , indem vom Durchsetzer ab gemessen wird, und A bezeichnet stets den Fallungswinkel des Verwerfers, hingegen B den des durchsetzten Ganges.

Einige Beispiele werden über den Gebrauch der Formel näher belehren.

Es falle der Verwerfer (CD Fig. 4. Taf. I), wie auch oben angenommen, unter dem Winkel $\beta = 35^\circ = A$ und der verworfene Gang (AB) unter dem Winkel $\alpha = 70^\circ = B$. Als den spitzen Streichungswinkel haben wir hier den spitzen Winkel (AOC) anzunehmen, wobei der Verwerfer (DC) im Hangenden des durchsetzten Ganges liegt. Es sei dieser Winkel $\varphi = 70^\circ$. Alsdann ergibt sich für den zu bestimmenden Winkel $COM' = x''$

$$\cotg x'' = \cotg 70^\circ - \frac{\tg 35^\circ \cdot \cotg 70^\circ}{\sin 70^\circ}$$

und nach folgender Ausrechnung:

$$\log \tan 35^\circ = 9,8452268$$

$$\log \cotg 70^\circ = 9,5610659$$

$$19,4062927$$

$$\log \sin 70^\circ = 9,9729858$$

$$9,4333069$$

$$\cotg 70^\circ = 0,36397$$

$$\text{Nr. } 0,4333069 - 1 = 0,27121$$

$$0,09276 = \cotg x'',$$

erhalten wir:

$$x'' = 84^\circ 43'.$$

Der gefundene Winkel (COM') gibt mit seinem Nebenwinkel ($\text{Q}'\text{OC}$), der oben als $x' = 95^\circ 17'$ gefunden worden ist, zusammen 180° . Das erhaltene Resultat weicht also von dem oben gefundenen nicht ab, da der eine, wie der andere der beiden Nebenwinkel (x' und x''), das Streichen des Durchschnitts (durch OQ' oder durch OM') das eine wie das andere Mal bestimmt.

Wäre nun der Verwerfer vom Hangenden her (bei O) angefahren: so würde die Grösse des Winkels $x'' = 84^\circ 43'$ anzeigen, dass das Loth (OP') aus demselben herausfalle und also nach der Seite weise, wo am Anfahrungspunkte im Hangenden der spitze Winkel liegt.

Wenn hingegen der Verwerfer im Liegenden (bei O) angefahren wäre: so würde die Grösse des Nebenwinkels $x' = 95^\circ 17'$ anzeigen, dass das Loth (OP) zwischen dessen Schenkel falle, und also von dem Durchschnitte (OQ') nach der Seite abweiche, wo am Anfahrungspunkte im *Liegenden* der spitze Winkel sich findet.

In einem andern Beispiele (Fig. 4) sei das Fallen des Verwerfers (DC) $= \beta = 60^\circ = A$, und das des verworfenen Ganges (AB) $= \alpha = 80^\circ = B$, und der spitze Streichungswinkel (AOC) $= \varphi = 80^\circ$. Alsdann erhalten wir den zu suchenden Winkel ($\text{COM} = x'''$) durch:

$$\cotg x''' = \cotg 80^\circ - \frac{\tg 60^\circ \cdot \cotg 80^\circ}{\sin 80^\circ}$$

Nach der Rechnung:

$$\log \operatorname{tg} 60^\circ = 10,2385606$$

$$\log \operatorname{cotg} 80^\circ = 9,2463188$$

$$19,4848794$$

$$\log \sin 80^\circ = 9,9933515$$

$$9,4915279$$

$$\text{Nr. } 9,4915279 - 10 = 0,31011$$

$$\operatorname{cotg} 80^\circ = 0,17633$$

$$- 0,31011$$

$$- 0,13378$$

$$= \operatorname{cotg} (180^\circ - 82^\circ 22')$$

ergibt sich:

$$x''' = 17^\circ 38'.$$

Dieser Winkel ist auch wirklich der Nebenwinkel von dem Winkel x , den wir schon oben auf einem andern Wege $= 82^\circ 22'$ gefunden haben und beide geben also auch für den Durchschnitt dieselbe Streichungslinie (MQ) an.

Wäre nun in diesem Falle der Verwerfer im Hangenden (bei O) angefahren; so würde der Winkel $x''' > R$ sogleich anzeigen, dass das Loth (OP') auf dem Streichen des Verwerfers innerhalb seiner Schenkel liege. Demnach ergibt sich auch, dass das Loth nach der Seite, auf welcher am Anfahrungspunkte im Hangenden sich der stumpfe Streichungswinkel findet, vom Durchschnitte abweiche; also auch auf der Seite, wo der eben

bezeichnete stumpfe Winkel liegt, die Wiederausrichtung des Ganges zu erwarten sei.

Sollte hingegen der Verwerfer im Liegenden (bei O) angefahren sein, so würde der Nebenwinkel des berechneten, nämlich der Winkel $x = 82^{\circ}22'$, sogleich nachweisen, dass im Hangenden des Verwerfers (CD) das Loth (OP), auf dessen Streichen errichtet, ausserhalb dieses Winkels falle und also nach der Seite zeige, wo im Liegenden am Anfahrungspuncte der stumpfe Winkel (AOD) liegt.

Wenn die Formel immer in dieser Art gebraucht und stets dieselbe Bezeichnung der Winkel, nämlich φ für den spitzen Streichungswinkel, A für den Fallungswinkel des Verwerfers und B für den Fallungswinkel des durchsetzten Ganges beibehalten wird: so kann nicht leicht eine Irrung entstehen. Es ist jedoch nicht nothwendig, dass man bei der Berechnung von dem Verwerfer ab den Winkel x bestimme. Diess kann auch von dem durchsetzten Gange ab geschehen, und das Resultat wird immer, bei gehöriger Ueberlegung, dasselbe sein. Man denke sich den durchsetzten Gang (OB) im Hangenden des Verwerfers (CD): so lässt sich, wenn das letzte Beispiel beibehalten wird, der Winkel $BOM = x'''$ völlig entsprechend den früheren Resultaten bestimmen; wenn nur bedacht wird, dass, der Natur der Formel gemäss, jetzt $\alpha = 80^{\circ} = A$ und $\beta = 60^{\circ} = B$ zu setzen ist.

Hieraus' ergibt sich

$$x'''' = \cotg 80^\circ - \frac{\tg 80^\circ \cdot \cotg 60^\circ}{\sin 80^\circ}$$

und nach der Rechnung:

$$\log \tg 80^\circ = 10,7536812$$

$$\log \cotg 60^\circ = 9,7614394$$

$$20,5151206$$

$$\log \sin 80^\circ = 9,9933515$$

$$10,5217691$$

$$\text{Nr. } 10,5217691 - 10 = \text{Nr. } 0,5217691 = 3,32482$$

$$\cotg 80^\circ = 0,17633$$

$$0,17633 - 3,32482 = -3,14849 = \cotg x''''$$

$$\text{ist } x'''' = 180^\circ - 17^\circ 38' = 162^\circ 22'.$$

Diese Angabe bestimmt ebensowohl wie der Winkel $COQ = 82^\circ 22'$ die Lage des Durchschnitts MQ , denn $162^\circ 22' - \varphi (= 80^\circ)$ gibt MOD als Verticalwinkel von x , $= 82^\circ 22'$.

Siebentes Capitel.

Nähere Erwägung der Fälle, in welchen der Theorie gemäss keine Verwerfungen statt finden können; und von der Beurtheilung der Grösse der Verwerfungen.

Wenn die Lothlinie, auf dem Streichen des Verwerfers errichtet, durch ihre Abweichung vom Streichen des Durchschnitts beider Gangflächen, die Richtung der Verwerfung angibt: so ist es 1) einleuchtend, dass, wie auch schon weiter oben nachgewiesen worden ist, eine Verwerfung der Theorie gemäss nicht wird statt finden können, sobald die Lothlinie mit dem Durchschnitte in eine und dieselbe Streichungsrichtung zusammenfällt; und 2) muss bei einiger Erwägung der Sache die Frage entspringen: ob und inwiefern aus der Grösse des Winkels, um welchen das Loth von dem Streichen des Durchschnitts abweicht, sich die Grösse der Verwerfung beurtheilen lasse. Wir

wollen auf beide Punkte jetzt näher hineingehen und zunächst erörtern, in wiefern sich die Bedingungen feststellen lassen, unter welchen, wenn gleich ein jüngerer Gang einen ältern durchsetzt und also den *geognostischen* Verhältnissen nach eine Gangverwerfung zu erwarten wäre, solche doch nach der mathematisch zu bestimmenden Lage der beiden Gangflächen gegen einander nicht eintreten kann. Es ist hierbei von der Formel

$$\cotg x = \cotg \varphi \pm \frac{\text{tang } A. \cotg B}{\sin \varphi}$$

auszugehen, und unter Berücksichtigung der den Zeichen bereits gegebenen Bedeutung erhellet sehr leicht, dass, wenn der Winkel $x = R$ wird, alsdann der Durchschnitt lothrecht auf dem Streichen des Verwerfers steht. Nun wird für $x = R$, $\cotg x = 0$ und es ergibt sich also, dass für die Fälle, in welchen der Theorie gemäss keine Verwerfung eintreten kann

$$\cotg \varphi \pm \frac{\text{tang } A. \text{tang } B}{\sin \varphi} = 0$$

sein muss. Der vorstehende Ausdruck kann aber nur für die Fälle $= 0$ werden, in welchen einer der beiden Summanden einen negativen Werth erhält. Nun wird aber $\cotg \varphi$ nicht negativ, so lange wir unter φ den *spitzen* Streichungswinkel verstehen. Jedoch kann bei dieser Annahme $\frac{\text{tang } A. \cotg B}{\sin \varphi}$ einen negativen Werth erhalten,

wie auch das zweite Zeichen (—) schon angibt; nämlich alsdann, wenn der Winkel B ein *stumpfer* ist. Wenn hingegen in dem sphärischen Dreieck (ABC Fig 8^b Taf. I) beide Winkel (A und B) spitze sind, so bleibt der betreffende Quotient immer positiv und es kann also der ganze Ausdruck nicht $\equiv 0$ werden. Es erhellet demnach, dass bei widersinnig fallenden Gängen die Durchsetzung des jüngern durch den ältern Gang die Verschiebung des letztern überall bewirken kann; und nur bei rechtsinnigem Fallen, nach der Lage der beiden Gangflächen gegen einander, die Möglichkeit vorhanden ist, dass der Theorie gemäss dennoch keine Verwerfung eintrete, wenn gleich unbezweifelt die Durchschneidung eines ältern Ganges durch einen jüngern statt findet, und in dieser Hinsicht die Bedingung, unter welcher sich Gangverwerfungen zutragen können, nicht mangelt.

Aus der Formel:

$$\cotg \varphi - \frac{\text{tang A. } \cotg B}{\sin \varphi} = 0$$

ergibt sich:

$$\cotg \varphi = \frac{\text{tang A. } \cotg B}{\sin \varphi}$$

also:

$$\cotg \varphi \cdot \sin \varphi = \text{tang A. } \cotg B.$$

Da nun $\cotg \varphi \cdot \sin \varphi = r \cdot \cos \varphi$, oder für $r = 1$,
 $= \cos \varphi$: so erhalten wir:

$$1) \cos \varphi = \tan A \cdot \cotg B$$

$$2) \cotg B = \frac{\cos \varphi}{\tan A}, \text{ und}$$

$$3) \tan A = \frac{\cos \varphi}{\cotg B}.$$

Die erste dieser Formeln zeigt sogleich, dass auch bei rechtsinnigem Fallen der beiden Gänge die *Unmöglichkeit* der Verwerfung alsdann *nicht* eintreten kann, wenn beide Gänge gleiche Verflächung haben, oder der Durchsetzer der seigererfallende ist. Denn wenn, — indem wir unter φ immer den Winkel im sphärischen Dreiecke, also hier einen stumpfen Winkel verstehen, $A = 180^\circ - B$, also gleiches Fallen beider Gänge angenommen wird: so muss

$$\begin{aligned} \cos \varphi &= \tan A \cdot \cotg B \\ &= \tan A \times -\cotg A = -1 \end{aligned}$$

werden; also der Winkel $\varphi = 0$, d. h. unangeblich. Wird nun $A > 180 - B$, so wächst $\tan A$ mit dem Winkel und $\cotg B$ mit dem Abnehmen des Winkels $180 - B$; folglich wird $\tan A \cdot \cotg B > 1$ und also auch $\cos \varphi > 1$. Da sich nun für einen $\cos \varphi > 1$ kein Winkel angeben lässt; so erhellet, dass die Annahme, unter deren Voraussetzung die Formel $\cos \varphi = \tan A \cdot \cotg B$ entwickelt worden ist, nicht zulässt, $A \geq 180^\circ - B$ zu setzen. Die trigonome-

trischen Erörterungen führen also zu dem, auch oben bereits geometrisch gefundenen, Resultate, dass bei rechtsinnigem Fallen der Durchsetzer der flacher fallende Gang sein müsse, wenn die Lage der Flächen die Unmöglichkeit der Verwerfung der Theorie gemäss, soll bedingen können.

Die drei, für $\cos \varphi$, $\cotg B$ und $\tan A$ gefundenen, Ausdrücke geben übrigens an, wie gross der Streichungswinkel oder einer von den beiden Fallungswinkeln zu wählen wäre, wenn jedesmal die beiden anderen Stücke gegeben, und Angaben solcher Fälle gemacht werden sollten, bei welchen nach der Theorie keine Verwerfung eintreten kann. Sie können also dazu dienen, von zwei Gängen, bei welchen eine Durchsetzung statt findet, diejenigen Streichungs- und Fallungswinkel voraus zu bestimmen, bei deren Vorhandensein keine Verschiebung des ältern Ganges erwartet werden kann.

Es folgen hier einige Beispiele von solchen Bestimmungen.

1.

Es sei $\angle A = 60^\circ$, $\angle B = 100^\circ$, alsdann wird

$$\cos \varphi = \tan 60^\circ \cdot \cotg 80^\circ$$

und die Rechnung:

$$\log \tan 60^\circ = 10,2385606$$

$$\log \cotg 80^\circ = 9,2463188$$

$$\log \cos \varphi = 19,4848794 - 10$$

ergibt:

$$\angle \varphi = 72^\circ 13' 2''$$

Wenn also $L A = 60^\circ$, $L B = 100^\circ$ und $L \varphi = 72^\circ 13' 2''$ angenommen wird: so muss $L x = R$ werden. Die Formel gibt:

$$\cotg x = \cotg 72^\circ 13' 12'' - \frac{\tg 60^\circ \cdot \cotg 80^\circ}{\sin 72^\circ 13' 2''}$$

und aus der Rechnung:

$$\begin{array}{r} \log \tg 60^\circ + \log \cotg 80^\circ = 19,4848794 \\ - \log \sin 72^\circ 13' 2'' = 9,9787378 \\ \hline 9,5061416 - 10 \end{array}$$

$$\cot. 72^\circ 13' = 0,32074$$

$$\text{Nr. } 0,5061416 - 1 = 0,32074$$

ergibt sich:

$$\cot x = 0 \text{ und also } L x = 90^\circ.$$

Will man die eben angestellte Proberechnung nach der oben gefundenen Formel

$$x = \frac{\psi}{2} \pm L \left(\tg \frac{\psi}{2} \left[\frac{\sin (\alpha - \beta)}{\sin (\alpha + \beta)} \right] \right)$$

ausführen, so ist zu bedenken, dass ψ , der Nebenwinkel von φ , $= 180 - \varphi = 107^\circ 46' 58''$ werden muss und $\alpha = 80^\circ$, $\beta = 60^\circ$ ist. Es ergibt sich alsdann:

$$x = 53^\circ 53' 29'' + L \left(\tg 53^\circ 53' 29'' \left[\frac{\sin 20^\circ}{\sin 40^\circ} \right] \right)$$

und nach der Rechnung

$$\begin{aligned} \log \sin 20^\circ - \log \sin 40^\circ &= 0,7259842 - 1 \\ + \log \operatorname{tg} 53^\circ 53' 29'' &= 10,1370087 \\ \hline &9,8629929 \\ &= \log \operatorname{tang} 36^\circ 6' 31'' \end{aligned}$$

erhalten wir:

$$x = 53^\circ 53' 29'' + 36^\circ 6' 31'' = 90^\circ.$$

2.

Nehmen wir $L \varphi = 60^\circ$ und $LA = 60^\circ$, so findet sich:

$$\cot = \frac{\cos 60^\circ}{\operatorname{tang} 60^\circ}$$

und aus der Rechnung:

$$\begin{aligned} \log \cos 60^\circ + 10 &= 19,6989700 \\ - \log \operatorname{tang} 60^\circ &= 10,2385606 \\ \hline \log \cot B &= 9,4604094 \end{aligned}$$

ergibt sich

$B = 73^\circ 53' 53''$, oder vielmehr, wenn wir unter B den stumpfen Winkel des sphärischen Dreiecks verstehen

$$= 180^\circ - 73^\circ 53' 53'' = 106^\circ 6' 7''$$

Wird nun wieder bei einer Rechnung zur Probe $L \varphi = 60^\circ$, $LA = 60^\circ$ und $LB = 106^\circ 6' 7''$ angenommen: so erhalten wir nach der Formel

$$\cot x = \cot 60^\circ - \frac{\operatorname{tg} 60^\circ \cdot \cot 73^\circ 53' 53''}{\sin 60^\circ}$$

und nach der Rechnung

$$\begin{array}{r}
 \log \operatorname{tang} 60^{\circ} = 10,2385606 \\
 \log \cot 73^{\circ}53'53'' = 9,4604094 \\
 \hline
 19,6989700 \\
 - \log \sin 60^{\circ} = 9,9375306 \\
 \hline
 9,7614394 = \log \cot 60^{\circ}
 \end{array}$$

also

$$\cot x = \cot 60^{\circ} - N. 0,7614394 - 1 = 0 \text{ und } x = R.$$

3.

Wie gross ist der Winkel A anzunehmen, wenn $L \varphi = 40^{\circ}$ und $L B = 70^{\circ}$ oder vielmehr, als stumpfer Winkel im sphärischen Dreiecke, $= 110^{\circ}$ gegeben ist?

Die Formel ergibt

$$\operatorname{tang} A = \frac{r. \cos 40^{\circ}}{\cotg 70^{\circ}}$$

und aus der Rechnung:

$$\begin{array}{r}
 10 + \log \cos 40^{\circ} = 19,8842540 \\
 - \log \cotg 70^{\circ} = 9,5610659 \\
 \hline
 \log \operatorname{tang} A = 10,3231881
 \end{array}$$

erhalten wir $L A = 64^{\circ}35'10''$

Für die Gegenrechnung als Probe erhalten wir:

$$\cotg x = \cotg 40^\circ - \frac{\tg 64^\circ 35' 10'' \cdot \cotg 70^\circ}{\sin 40^\circ}$$

und die Rechnung:

$$\log \tg 64^\circ 35' 10'' = 10,3231881$$

$$+ \log \cotg 70^\circ = 9,5610659$$

$$19,8842540$$

$$- \log \sin 40^\circ = 9,8080675$$

$$10,0761865 = \log \cotg 40^\circ.$$

ergibt:

$$\cotg x = \cotg 40^\circ - \text{Nr. } 0,0761865 = 0 \text{ also } x = R.$$

Die Grösse der Verwerfung hängt, wie sich schon aus der vorstehenden Untersuchung abnehmen lässt, ehensowohl von der Lage des Durchschnitts beider Gangflächen oder vielmehr von dem Winkel, den dieser Durchschnitt mit der auf dem Streichen des Verwerfers errichteten Lothlinie bildet, ab, als von der Grösse der Senkung des Hangenden des Durchsetzers. Je grösser dieser Abweichungswinkel bei gleichen Senkungen des Hangenden des Durchsetzers ist, um so grösser muss die Verwerfung sein, und wenn bei der grössten Senkung der bezeichnete Winkel $= 0$ wird: so ist auch die Verwerfung $= 0$. Hieraus

folgt nun, dass sich, sobald wir die Grösse der Senkung (DB Fig. 1^a Taf. I) kennen, aus dem Streichen und Fallen der Gänge auch die Grösse der Verwerfung (BC), d. h. die Entfernung, horizontal auf dem Verwerfer gemessen, um welche das eine Gangstück von dem andern seitwärts liegt, berechnen lassen wird. Ebenso erhellet, dass, wenn die Grösse der Verwerfung (BC) bekannt ist, die Höhe des Sprungs, oder die flache Senkung (BD), durch Rechnung bestimmt werden kann.

Aus den Winkeln φ , A und B (Fig. 8 a und b Taf. I) lässt sich der *flache* Winkel $\angle CKA = k$ finden, welchen der Durchschnitt der beiden Gangflächen, auf der Ebene des Verwerfers gezeichnet, mit einer auf dieser Fläche gezogenen Horizontalinie bildet. Da das sphärische Dreieck (ABC Fig. 8. Taf. I) nach unserer Bezeichnung immer in dem spitzen Streichungswinkel, mithin Fig. 1^a in dem Winkel GDE, — anzunehmen ist, worin der Verwerfer im Hangenden des durchsetzten Gangs liegt: so kann der Winkel k sowohl ein stumpfer ($\angle DCE$ Fig. 1^a) als ein spitzer sein. Bei der über die Grösse der Verwerfung anzustellenden Berechnung wird indessen immer nur der spitze Nebenwinkel des stumpfen, — wie Fig. 1^a, wo CB als die Grösse der Verwerfung in dem rechtwinklichten Dreiecke DCB zu bestimmen ist, — und also jedenfalls ein spitzer Winkel in Betracht kommen, der, wenn er auch nicht in allen

Fällen unmittelbar gefunden wird, doch durch den alsdann gefundenen stumpfen bekannt ist.

Wenn die Richtung der Verwerfung als bereits ausgemittelt angenommen wird: so kommt es bei der Ausmittlung der Grösse derselben nur darauf an, die horizontale Kathete (BC) des auf der Fläche des Verwerfers beschriebenen rechtwinklichten Dreiecks (DCB) zu bestimmen, welches durch den spitzen Winkel (DCB), den die Durchschnitts-
linie (DC) der beiden Gangflächen mit der Horizontallinie bildet, durch diese Durchschnitts-
linie selbst und durch die *flache* Höhe der Senkung (DB) gegeben ist. Diess kann geschehen, sobald der Winkel k bekannt ist, welcher seiner flachen Lage willen, wenn auch sonst kein Hinderniss im Wege wäre, mit den gewöhnlichen Markscheider-Instrumenten nicht füglich gemessen werden kann. Er ergibt sich indessen vermittlest der Rechnung durch die Bestimmung der Seite AC des sphärischen Dreiecks ABC (Fig. 8 a und b), welche, als ein Bogen des grössten Kreises an dessen Mittelpunkt der Winkel (AKC) liegt, sein Maass ist. Nach der sphärischen Trigonometrie *) erhalten wir:

$$\text{tang } k = \frac{\sin B. \sin \varphi}{\cos B. \sin A + \sin B. \cos A. \cos \varphi}$$

*) Lehrbegriff der Mathematik von Karsten. Thl. 2. Abtheil. 1. Weitere Ausführung der körperlichen Geometrie. §. 553. pag. 551.

oder da sich Zähler und Nenner mit $\sin B$ dividiren lässt:

$$\text{tang } k = \frac{\sin \varphi}{\cotg B. \sin A + \cos A. \cos \varphi}.$$

Da $\cotg B$ bei rechtsinnigem Fallen der Gänge negativ werden muss: so erhält das Product $\cotg B. \sin A$, indem es $+$ oder $-$ zum Vorzeichen haben kann, einen doppelten Werth und dadurch der ganze Ausdruck, den wir nun schicklich schreiben können:

$$\text{tang } k = \frac{\sin \varphi}{\cos A. \cos \varphi \pm \cotg B. \sin A}$$

die den möglichen Fällen entsprechende Form. Wenn nämlich das obere Zeichen im zweiten Theile des Divisors gilt, d. h. wenn der Winkel B , wie bei widersinnig fallenden Gängen, ein spitzer ist: so bleibt auch der ganze Ausdruck jedenfalls positiv und $\text{tang } k$ gehört einem spitzen Winkel an. Ist hingegen das untere Zeichen für den zweiten Theil des Divisors anzunehmen: so wird der Divisor $= 0$ werden, wenn $\cos A. \cos \varphi \cotg B. \sin A$ ist; oder er wird negativ, wenn

$$\cos A. \cos \varphi < \cotg B. \sin A$$

wird; oder endlich es bleibt derselbe positiv, wenn $\cos A. \cos \varphi > \cotg B. \sin A$ ist. Im erstern Falle

erhalten wir $\frac{\cos \varphi}{0} = \infty = \text{tang } k$ und also $\angle k = R$.

Durch einen negativen Divisor wird der ganze Ausdruck negativ, also auch $\text{tang } k$, und der $\angle k$

ist demnach ein stumpfer. Im letzten Falle bleibt die tang k positiv und der Winkel ist ein spitzer.

Hiernach lässt sich aus der Bestimmung des Winkels k , unter der Voraussetzung, dass der Winkel φ der spitze Streichungswinkel ist, innerhalb dessen die beiden Gangflächen einander zufallen, auch über die Richtung der Verwerfung entscheiden; denn je nachdem sich dieser Winkel als ein spitzer oder stumpfer ergibt, ist auch das verworfene Gangstück auf der Seite des am Anfahrungspuncte liegenden spitzen oder stumpfen Streichungswinkels aufzusuchen.

Doch diess mag hier nur beiläufig erwähnt sein, da es uns jetzt darauf ankommt, die Grösse der Verwerfung zu bestimmen, wobei der Winkel k immer als ein spitzer in Rechnung zu bringen ist, wie schon oben dargethan worden.

Es sei nun H = der flachen Höhe der Senkung (= DB Fig. 1^a), L = der Grösse der Verwerfung auf der Fläche des Durchsetzers gemessen (= CB): so ergibt sich für das flache rechtwinklichte Dreieck (DCB) die Proportion:

$\text{tang } k : 1 = H : L$, und also erhalten wir

$$L = \frac{H}{\text{tg } k} = \frac{H \cdot \cos A \cdot \cos \varphi \pm \text{ctg } B \cdot \sin A}{\sin \varphi}$$

Von dieser Formel wird jedoch selten allein Gebrauch gemacht werden können, da die Höhe

der Senkung des Hangenden des Verwerfers nicht oft unmittelbar zu beobachten sein dürfte. Aber es sind Fälle denkbar, wobei die Senkung durch Rechnung gefunden werden kann, von welcher alsdann bei einem andern Durchsetzungs-Verhältniss wieder Anwendung zur Bestimmung der Grösse der Verwerfung zu machen steht. Solche Fälle können gar sehr zur Bestätigung der Theorie dienen, und deshalb darf ihre nähere Erörterung nicht übergangen werden. Wenn nämlich ein neuerer Gang mehrere ältere Gänge durchsetzt und die Grösse der Verwerfung bekannt ist, die einer der älteren erleidet, so lässt sich daraus die Höhe des Sprungs oder der flachen Senkung des Hangenden des Verwerfers berechnen. Aus dem Durchschnitts-Verhältniss desselben jüngern mit einem andern ältern Gange ergibt sich aber der Winkel k , und also lässt sich mit Hülfe der bereits berechneten Senkung für diess zweite Durchsetzungs-Verhältniss die Grösse der Verwerfung finden. Bei Beibehaltung der obigen Bezeichnung wird nämlich

$$H = \frac{\sin \varphi}{\cos A \cdot \cos \varphi \pm \cotg B \cdot \sin A} \cdot L$$

Nehmen wir also an, der jüngere Gang (MN Fig. 9. Taf. 1) verwerfe den ältern (AB) um $L (=ab)$: so ergibt sich daraus, so wie aus den gegebenen Fallungswinkeln $(\alpha) = A$ und $(\beta) = 180^\circ - B$ oder $= B$ und aus dem Streichungswinkel φ die Senkung (H) nach der vorstehenden Formel, in wel-

cher das obere Zeichen des zweiten Gliedes des Divisors für $B = \beta$, oder für widersinniges Fallen und das untere für $B = 180^\circ - \beta$ oder für recht-sinniges Fallen gilt. Nun darf vorausgesetzt werden, dass bei gleichbleibendem Fallen des Durchsetzers diese Senkung in gleicher Masse auch da statt finden werde, wo der jüngere Gang einen andern ältern (CD) durchschneidet. Hier ist also H bekannt und wir können zur Berechnung der Grösse der Verwerfung, die mit L' bezeichnet sein mag, sobald der Winkel k , hier mit k' zu bezeichnen, gefunden ist, die obige Formel

$$L' = \frac{H}{\text{tang } k'}$$

gebrauchen. Wird nun der spitze Streichungswinkel der Gänge (CD und MN) durch φ' und der Fallungswinkel (β') des durchsetzten Ganges, oder dessen Nebenwinkel, durch B' angegeben, während der (α) des Verwerfers $= A$ bleibt: so ergibt sich wie oben:

$$\text{tang } k' = \frac{\sin \varphi'}{\cos A. \cos \varphi' \pm \cotg B' \sin A}$$

und wenn der für $\text{tang } k'$ hiernach gefundene Werth, so wie der für H bereits ausgemittelte, in die Formel, die für L' gilt, substituirt wird: so erhalten wir:

$$\begin{aligned} L' &= \frac{\sin \varphi (\cos A. \cos \varphi' \pm \cot. B' \sin A)}{\sin \varphi' (\cos A. \cos \varphi \pm \cot. B. \sin A)} L \\ &= \frac{\sin \varphi (\cot. A. \cos \varphi' \pm \cot. B')}{\sin \varphi' (\cot. A. \cos \varphi \pm \cot B)} L \end{aligned}$$

Es ist leicht einzusehen, dass L' auf ähnliche Weise bestimmt werden könnte, wenn sich auch der Fallungswinkel A des Verwerfers geändert haben sollte und wir wollen daher vermeiden, hierüber ausführlicher zu sein. Nur diess dürfte noch zu bemerken sein, dass in den doppelten Zeichen für $\cotg B'$ und $\cotg B$ die Bedingungen liegen, welchen gemäss L' entweder *positiv* oder *negativ* gefunden werden kann, und dass also durch die Formel jedesmal auch bestimmt wird, in welcher Richtung bei dem berechneten Durchsetzungs-Falle die Verwerfung der Theorie gemäss geschehen sein muss. Wenn nämlich L' positiv gefunden wird, so ist die Richtung der Verwerfung bei dem berechneten zweiten Falle dieselbe, wie bei dem beobachteten ersten, worauf die Berechnung gegründet wurde. Hingegen wird die Richtung der Verwerfung im berechneten Falle der beobachteten oder bekannten des ersten Durchsetzungs-Falls entgegengesetzt sein, wenn sich der Werth von L' negativ ergibt. Diesem nach gibt also die Berechnung der Grösse der Verwerfung auch über die Richtung derselben Aufschluss. Ein Beispiel mag zur nähern Erläuterung dienen.

Bei dem Gange AB (Fig. 9. Taf. I) sei die Grösse und Richtung der Verwerfung völlig bekannt und $ab = L = 2$ Lachter, $\varphi = 45^\circ$, das Fallen $\beta = 180^\circ - B = 70^\circ$ oder $B = 180^\circ - \beta = 110^\circ$; das Fallen des Ganges CD hingegen sei $= \beta' = 180^\circ - B' = 60^\circ$ oder $B' = 180^\circ - \beta = 120^\circ$, $\varphi' = 75^\circ$ und das Fal-

len(α) des Durchsetzers bleibe ungeändert $= A = 80^\circ$.
 Alsdann ergibt sich für den Gang CD, da hier
 B und B' als stumpfe Winkel in Rechnung zu
 bringen sind,

$$L' = \frac{\sin 45^\circ (\cos 75^\circ \cdot \cot 80^\circ - \cot 60^\circ)}{\sin 75^\circ (\cos 45^\circ \cdot \cot 80^\circ - \cot 70^\circ)} \cdot 2$$

und aus der Rechnung:

$$\log \cos 75^\circ = 0,4129962 - 1$$

$$\log \cot. 80^\circ = 0,2463188 - 1$$

$$\text{Nr. } 0,6593150 - 2 = 0,04563$$

$$\cot 60^\circ = - 0,57735$$

$$- 0,53172$$

$$\log 0,53172 = 0,7256830 - 1$$

$$\log \sin 45^\circ = 0,8494850 - 1$$

$$\log 2 = 0,3010300$$

$$\text{findet sich: } 0,8761980 - 1$$

als Logarithme des Zählers, welcher zu einer
 negativen Zahl gehört, da 0,5372 als Factor dieser
 Zahl negativ ist. Eben so durch weitere Rechnung:

$$\log \cos 45^\circ = 0,8494850 - 1$$

$$\log \cotg 80^\circ = 0,2463188 - 1$$

$$\text{Nr. } 0,0958038 - 1 = 0,12468$$

$$\cotg 70^\circ = - 0,36397$$

$$- 0,23929$$

$$\log 0,23929 = 0,3789245 - 1$$

$$\log \sin 75^\circ = 0,9849438 - 1$$

$$\text{findet sich: } 0,3638683 - 1$$

als Logarithme des Nenners, welcher gleichfalls zu einer negativen Zahl gehört. Die Zahl zu der Differenz der beiden gefundenen Logarithmen des Zählers und Nenners ist hingegen positiv, so dass also die fernere Rechnung:

$$0,8761980 - 1$$

$$0,3638683 - 1$$

$$L' = \text{Nr. } 0,5123297 = + 3,253 \text{ Lachter ergibt.}$$

Wenn der Gang CD widersinniges Fallen gegen den MN hätte und also $B' = \beta' = 60^\circ$ wäre; so würde

$$L' = \frac{\sin 45^\circ (\cos 75^\circ \cot 80^\circ + \cot 60^\circ)}{\sin 75^\circ (\cos 45^\circ \cot 80^\circ - \cot 70^\circ)} \cdot 2$$

sein und nach der Rechnung:

$$\log \cos 75^\circ + \log \cot 80^\circ = 0,6593150 - 2$$

$$\text{Nr. } 0,6593150 = 0,04563$$

$$\cot 60^\circ = 0,57735$$

$$0,62298$$

$$\log 0,62298 = 0,7944741 - 1$$

$$\log \sin 45^\circ = 0,8494850 - 1$$

$$\log 2 = 0,3010300$$

$$\text{der Logarithme des Zählers} = 0,9449891 - 1$$

gefunden werden, welcher nur zu einer positiven Zahl gehören kann, da keiner der Factoren negativ ist; so wie durch weitere Rechnung der Logarithme des Nenners wie vorhin $= 0,3638683 - 1$

als zu einer negativen Zahl gehörig. Hieraus folgt, dass die Differenz der beiden gefundenen Logarithmen zu einer negativen Zahl gehören und also nach der Rechnung:

$$0,9449891 - 1$$

$$0,3638683 - 1$$

$$L' = \text{Nr. } 0,5811208 = - 3,8117 \text{ Lachter sein würde.}$$

Das negative Zeichen gibt hier an, dass die Verwerfung bei D in entgegengesetzter Richtung von der bei B geschehen und also um den Gang wieder auszurichten, nachdem der Verwerfer vom Hangenden bis an das Liegende vollständig überbrochen, nicht in der Richtung von N nach M, wie bei B, sondern in der von M nach N, also nach der Seite aufzufahren sei, auf welcher am Anfahrungspuncte D, im Hangenden des Verwerfers MN der spitze Streichungswinkel φ' liegt.

Hiermit mag die Entwicklung der Theorie von den Verwerfungen der Gänge und ihrer Wiederausrichtung beendigt sein. Es bleibt nun noch übrig, die Bestätigung dieser Theorie in der Erfahrung, und ihre Anwendung auf in der Natur beobachtete Gangdurchsetzungen darzuthun.

Achtes Capitel.

Beschreibung der auf dem Julianer Orte im obern Burgstädter Reviere bei Clausthal beobachteten Gesteinsenkungen und der dadurch, der Theorie gemäss, bewirkten Verschiebungen.

Die darüber angestellten Untersuchungen, wie Gangverschiebungen eintreten müssen, wenn sie als eine Folge der Senkung des Hangenden des Durchsetzers betrachtet werden, würden weniger Interesse gewähren, wenn 1) in der Natur nicht unmittelbar nachzuweisen wäre, dass solche Senkungen nicht nur statt finden, sondern auch Verschiebungen der durchschnittenen Flächen damit in Verbindung stehen und wenn 2) nicht durch eine beträchtliche Anzahl von Beobachtungen darzuthun wäre, dass das aufgefundene Gesetz auch da, wo die Senkungen des Hangenden nicht unmittelbar vor Augen liegen, dennoch der Natur entspreche. Eine wichtige Thatsache, ein gleich-

sam, von den Bergleuten angestelltes hundertjähriges Experiment, der ich diess Capitel widme, soll das *erste* nachweisen und Bestätigungen der *zweiten* Art werden die beiden folgenden Capitel enthalten.

Der Hauptgang des obern *Burgstädter* Grubenzugs bei Clausthal streicht zwischen den Gruben *Dorothea* und *Caroline* in der Stunde 9. 3 des bergmännischen Compasses und hat eine sehr beträchtliche Mächtigkeit von 15 — 20 Lachtern. Sein Fallen, das nach Mittag-Morgen gerichtet ist, beträgt durchschnittlich 78° und die auf diesem Gange in diesem Reviere geführten Baue erstrecken sich bis zu einer Tiefe von 228 Lachtern. Aus diesen Angaben lässt sich nun leicht berechnen, wie weit die tiefsten Baue vom Dreizehn-Lachter-Stollen (Taf. II. Fig. 1.) ab, welcher zwischen den beiden genannten Gruben 84 Lachter unter Tage ziemlich in der Mitte der Gangmächtigkeit getrieben ist, im Hangenden liegen. Durch die Abbaue können bei einem so mächtigen und edeln Gange, wie der *Burgstädter* Hauptgang ist, allerdings sehr beträchtliche Senkungen veranlasst werden; aber doch nur für Punkte, die über ihnen liegen, und also bei donlägigen Gängen vom Hangenden nach dem Liegenden hin. Es lässt sich nun auch wirklich am Hangenden des *Burgstädter* Hauptgangs an mehreren Stellen eine sehr beträchtliche Spalte wahrnehmen, die offenbar dadurch entstanden ist, dass die ganze Gangmasse sich vom Hangenden

nach dem Liegenden und tiefer, auf der Fallungsrichtung nieder, gesenkt hat. Dass die auf flachfallenden Gängen ausgehauenen Räume oft Spaltungen selbst im hangenden Quergesteine der Gänge hervorbringen, indem sie dessen Senkung in der Richtung der Schwere veranlassen, davon zeigen sich auf dem Zellerfelder Hauptzuge vielfältige Beweise. Senkungen nach dem Hangenden hin können aber um so weniger von Bauen abgeleitet werden, wenn sie im Quergesteine und in beträchtlicher Entfernung vom Gange beobachtet werden.

Aus der Berechnung ergibt sich nun, dass die auf dem Burgstädter Hauptgange auf den Gruben *Dorothea* und *Caroline* geführten tiefsten Baue, horizontal von dem Dreizehnlachter-Stollen ab gemessen, höchstens 30 Lachter weit in das Hangende, das heisst nach der Seite hinüber liegen können, nach welcher der Gang fällt. Dasselbe zeigt auch der im Dorotheer Zechenhouse aufbewahrte Grundriss der betreffenden Grubengebäude. Es liegt nun zwar im Hangenden noch der *Rosenbüscher* Gang vor und es hat auch die Grube *Rosenbusch* im Hangenden auf der Sohle der Hundertlachter-Strecke Bau geführt; aber dieser Bau geht nicht tiefer nieder und es lässt sich mit Gewissheit annehmen, dass der Grundriss keinen Bau weiter im Hangenden angeben wird, als den *Rosenbüscher* auf der Sohle der Hundertlachter-Strecke (Fig. 1. Taf. II). Diess vorausgeschickt,

kommen wir nun zum *Julianer Orte* (Taf. II. Fig. 1 und 2).

Dasselbe ist vom Dreizehnlachter-Stollen ab, nachdem der Gang querschlägig überbrochen, in St. 1 in das Hangende getrieben und 51 Lachter gegen Morgen vom Dorotheer Schachte entfernt angesetzt. Der Zweck dieses wichtigen Querschlags hat kein anderer als die vollständige Untersuchung des Hangenden sein können und die Gewerkschaft der Grube *Juliane-Sophia* hat sich dadurch einen bauwürdigen Gang aufsuchen wollen. Mehrere Gänge sind damit auch wirklich überfahren (*tt'*, *tt'*, *tt'* u. s. w. Fig. 1 und 2. Taf. II), welche sämmtlich dem Hauptgange gegen Morgen hin zuzusetzen scheinen. Nach den älteren noch vorhandenen Rissen ist dieses Ort 384 Lachter lang fortgetrieben; gegenwärtig kann es jedoch wegen Wettermangels und vorliegender Brüche etwa nur bis zu einer Entfernung von 114 Lachtern vom Dreizehnlachter-Stollen ab befahren werden. Die Gesteinschichten des Grauwacken-Thonschiefer-Gebirges setzen auch hier, wie gewöhnlich, in St. 3 bis 5 auf und durchschneiden in dieser Richtung die des Orts, dessen Wangen fast überall senkrecht stehen.

Ueber die Zeit, worin der Betrieb des *Julianer* Querschlags statt gefunden hat, geben die Anschnitte der Grube *Juliane Sophia* Auskunft. Die vom Quartale Trinitatis 1720 vorhandenen geben

über das Grubenfeld folgende Nachweisung: »Eine
»Fundgrube und zwei Maassen im Hangenden
»ohnweit der *Dorotheer* und *Caroliner* Markscheide.
»Ist gemuthet den 13. August 1712 und bestätigt
»den 15. item noch eine Fundgrube und zwei
»Maassen weiter hinaus auf einem absetzenden
»Trumb. Gemuthet den 7. Mai 1713 und bestätigt
»den 4. Mai 1714.«

Hiernach leidet es keinen Zweifel, dass unser Julianer Ort dasjenige sein wird, welches die genannte Gewerkschaft hat treiben lassen und über dessen Betriebszeit die Anschnitte nähere Auskunft geben. Die gemutheten Gänge müssen sehr nahe am Hauptgange liegende Trümer sein, da das Querschlagsort erst später weiter in das Hangende getrieben worden ist; wahrscheinlich erst alsdann, nachdem die Gewerken die Ueberzeugung erlangt, dass die gemutheten Gänge wenig Hoffnung gewährten. Der Anschnitt von Nr. 1 des Quartals *Reminiscere* 1720 enthält folgende Lohnsberechnung:

»32 fl. — gr. — pf. erobern 3 Häuer in 9 Wochen sein 2 Ltr. l. 1 Lchtr. h. $\frac{1}{2}$ Lchtr. w.
»mit dem Querschlage im *Dorotheer* Hangenden fortgefahren, ist Nr. 5 v. Qtls Montags
»um 84 fl. verdingt, haben Nr. 8 v. Qtls 16 fl.
»auf Rechnung und 36 fl. Löhne gehoben ist
»den Montag abgenommen das Ort ist nun
»5 Ltr. l. davor fest Quergestein. Ihnen ist
»dasselbst wieder so viel um 54 fl. verdingt

»g. v. d. St. 3 Ltr. ab mit 32 Pfund Pulver und
»bekommen diese Woche die ersten Löhne
»darauf.

Der Anschnitt von Nr. 10 des Quartals Lucian
1730 besagt:

»38 fl. — gr. — pf. erobern 4 Häuer in 9 Wo-
»chen sein 2 Ltr. l. $1\frac{1}{3}$ Ltr. h. $\frac{1}{2}$ Ltr. w. mit
»dem Querschlage im Dorotheer Hangenden
»fortgefahren geschrämt und gebohrt, in Nr. 1
»um 90 fl. verd. haben 36 fl. an Löhnen und
»Nr. 5. 16 fl. auf Rechnng empfangen; das Ort
»ist nun $137\frac{1}{2}$ Ltr. l. davor feste Wacken.
»Ihnen ist daselbst wieder so viel um 90 fl.
»verdungen g. v. d. St. $6\frac{1}{4}$ Ltr. ab mit 36 Pfund
»Pulver.«

Hieraus ist klar, dass das Ort in dem Zeit-
raume von 1720 bis 1730 von einer Länge von
5 Lachtern bis zu der von $137\frac{1}{2}$ Lchtrn. fortgetrie-
ben worden, welches gerade auch die Erstreckung
desselben ist, die die Gegenstände unserer Beob-
achtung enthält. Damit stimmt auch eine Jahrs-
zahl von 1726 überein, die sich in dem Querschlage
(Fig. 2. Taf. II bei z) gerade da befindet, wo im
Jahre 1726 das Ort gestanden haben kann. Wenn
nämlich, wie die Anschnitte angeben, während
9 Wochen 2 Lachter lang aufgefahren wurde: so ist
das Ort jährlich etwa 12 Lachter länger gewor-
den. Da es nun im Jahre 1730 eine Länge von
 $137\frac{1}{2}$ Lachtern erreicht hatte, so folgt ferner, dass

dasselbe während der vier Jahre von 1726 bis 1730 etwa um 48 Lachter länger geworden sein wird, und also im Jahre 1726 eine Länge von 89 Lachtern gehabt haben kann. In der Entfernung von 85 Lachtern von dem Puncte, wo nach völliger Ueberbrechung des Hauptgangs der Julianer Querschlag sich in die Stunde 1 richtet, steht nun die erwähnte Jahrszahl von 1726 in der linken Ortswange eingehauen und es ist mithin fast mit Gewissheit anzunehmen, dass sie zu derselben Zeit dahin geschlagen wurde, als das Ort kürzlich so weit vorgerückt war. Wenn es nun gewiss ist, dass das Ort in der Länge, die uns jetzt vorzüglich interessirt, während des bereits angegebenen Zeitraums getrieben worden: so wird es auch unzweifelhaft sein, dass die Gedingstufen, — das sind Zeichen, die der Grubenbeamte hat machen lassen, um zu beurtheilen, wie weit das Ort von einer Zeit zur andern vorrückte und welcher Lohn also den Arbeitern zukomme, — zu derselben Zeit, d. h. zur Zeit des Betriebs des Orts und also vor etwa *hundert* Jahren, eben so wie jene Jahrszahl, in das Gestein eingehauen wurden.

Die Gedingstufen bestehen aus der eigentlichen Stufe oder Marke, die durch einen perpendicularen Strich mit drei rückwärts gekehrten Haken oder Zacken gebildet ist, und aus den Zeichen, die die Länge angeben, welche von ihr abgemessen, von der Ortslänge abzurechnen ist, um die neue Arbeit zu bestimmen. Jeder perpendiculare

Strich bedeutet bei dieser Bezeichnung ein Lachter, ein horizontaler zwischen den perpendicularen ein halbes Lachter, ein Strich oder Punct über der eigentlichen Stufe ein Viertel-Lachter und endlich ein solches Zeichen unter der Stufe ein Achtel oder einen Spann. Unter der angeführten Jahreszahl von 1726 findet sich eine Stufe (Taf. II. Fig. 3) an der nach dieser Bedeutung der Zeichen $4\frac{3}{8}$ Lachter zu lesen ist. Sämmtliche Marken sind etwa drei Viertel-Zoll tief und breit und die Lachterstriche sechs Zoll lang in festes Gestein eingehauen.

Stufen dieser Art sind an mehreren Puncten des Orts jetzt noch wahrzunehmen. Einige derselben geben durch eine höchst merkwürdige Veränderung, die sie erlitten haben, einen untrüglichen Beweis von Gesteinsenkungen, und sind daher die Veranlassung zu dieser ausführlichen Beschreibung der sonst eben nicht merkwürdigen Lapidarschrift der Bergleute. Zwei derselben sind gerade auf solchen Stellen (bei a' und b' Fig. 2. Taf. II) eingehauen worden, dass Klüfte (ab und cd Fig. 4 und 5. Taf. II), die wahrscheinlich zur Zeit der Einhauung noch nicht vorhanden, oder doch noch unbemerklich waren, sie durchfallen, d. h. in einer gegen den Horizont geneigten Richtung durchschneiden. Die Klüfte haben die Zeichen, da wo sie solche durchschneiden, von einander getrennt und die getrennten Theile gegen einander verschoben; genau so wie es geschehen

musste, wenn das Hangende der Klüfte auf dem Liegenden herunterrutschte, oder das Liegende an dem Hangenden in der dem Fallen entgegengesetzten Richtung hinauf geschoben worden wäre, nachdem die Stufen bereits geschlagen waren. Welche von den beiden Arten der möglichen Bewegung, eine dritte ist nicht denkbar, man auch annehmen mag, das Resultat, dass nämlich das Hangende eine tiefere Lage gegen das Liegende, als vorhin statt fand, angenommen hat, bleibt dasselbe, und die Ansicht der Stufen (Fig. 4 und 5. Taf. II) lässt keinen Zweifel darüber übrig, dass eine Bewegung der einen oder der andern Art vorgegangen sein müsse, nachdem die Stufen geschlagen und das Ort bereits getrieben war; also während des letztverflossenen Jahrhunderts. Die eine dieser höchst merkwürdig verschobenen Stufen steht etwa 50 Lachter weit von dem Anfange des Orts entfernt in der linken Wange (bei *a* und *a'* Fig. 1 und 2), die zweite findet sich 30 Lachter weiter im Orte vorwärts (bei *b* und *b'*) an derselben Wange und die Verschiebung ist bei beiden mit einer Senkung des ganzen Orts verbunden, die nach derselben Richtung hingeht, nach welcher das Hangende der Klüfte, wie die verschobenen Stufen ausweisen, eine tiefere Lage gegen das Liegende erhalten hat. Mehrere andere Klüfte (bei *c*, *d*, *e*, *f*, *g* u. s. w.) bringen ähnliche Senkungen, die bis vier Zoll betragen, hervor, und dass diess nicht von Losziehungen einzelner Schalen des Gesteins oder von Unregelmässigkeiten



beim Betriebe herrühren könne, davon liegt ein deutlicher Beweis darin, dass die Förste nicht nur mit einem Stosse nach dem Fallen des Gesteins vorspringt und die Sohle nach derselben Richtung niedergesunken ist, sondern auch *das ganze Ort eine Seitenverschiebung erlitten hat*. Diess letztere ist eine nothwendige Folge davon, dass die Klüfte nicht im *rechten* Winkel gegen das Ort streichen, letzteres nicht immer in seinen Wangen perpendicular steht und überall die Bedingungen nicht eintreten, unter welchen, unseren früheren Erörterungen gemäss, Verwerfungen unmöglich sind bei Flächen, die von jüngeren Klüften, deren Hangendes sich gesenkt hat (gerutscht ist) durchschnitten werden. Der offene Raum des Orts ist also unverkennbar jedes Mal der Bewegung gefolgt, welche die Gesteinsabtheilung erlitten hat, worin er sich befindet und seine Verschiebung ist genau der Hypothese gemäss, die Herr Bergrath *Schmidt* zur Erklärung der Gangverwerfungen angenommen hat. Das Ort ist gleichsam der ältere Gang, der von den Gesteinklüften, auf welchen die Senkung des Hangenden nachmals eintrat, durchsetzt wird und diesem gemäss Verwerfungen erleidet; so dass wir also, wie ich bereits bemerkte, ein von den Bergleuten angestelltes Experiment vor uns haben, wodurch nicht nur dargethan ist, dass Gesteinbewegungen bei übersetzenden Gängen oder Klüften in der Art, wie solche bei der Theorie vorausgesetzt werden, wirklich statt finden; sondern auch, dass damit

die der Theorie gemässen Verschiebungen der durchschnittenen Flächen wirklich verbunden sind. Ein mehr unmittelbarer und schlagenderer Beweis, als die hier mitgetheilte Thatsache gibt, kann für die Wahrheit der Theorie kaum erwartet werden und die zur Beurtheilung der Gangverschiebungen aufgestellten Regeln werden eine Bestätigung durch Erfahrung erhalten, wenn sich genügend nachweisen lässt, dass sie mit den im Julianer Orte noch täglich zu beobachtenden Erscheinungen übereinstimmen. Wir wollen diese daher jetzt auf die gegebenen Regeln zulegen, wobei sich alsdann Gelegenheit ergeben wird, zugleich die beobachteten Verhältnisse im Einzelnen näher darzustellen.

Bei der ersten der verschobenen Gedingstufen (bei a und a' Fig. 1 und 2. Taf. II) streicht die übersetzende Kluft (ab Fig. 6) in St. 8. 4 und der Querschlag behält ziemlich constant die Richtung in St. 1, so dass der Winkel $\psi = 119\frac{1}{2}^\circ$ ist. Das Fallen der Ortswangen ist hier seiger, also $\alpha = 90^\circ$; die Kluft aber hat den Fallungswinkel $\beta = 36^\circ$ und demnach findet sich nach der Formel:

$$x = \frac{\psi}{2} \pm L \left(\tan \frac{\psi}{2} \left[\frac{\sin (\alpha - \beta)}{\sin (\alpha + \beta)} \right] \right)$$

die Lage des Durchschnitts von hb ab innerhalb des stumpfen Winkels bhm

$$= \frac{119^{1/2}}{2} + L \left(\operatorname{tang} \frac{119^{1/2}}{2} \left[\frac{\sin(90^\circ - 36^\circ)}{\sin(90^\circ + 36^\circ)} \right] \right)$$

$$= 59^\circ 45' + L \left(\operatorname{tang} 59^\circ 45' \left[\frac{\sin 54^\circ}{\sin 54^\circ} \right] \right)$$

$= 59^\circ 45' + 59^\circ 45' = 119,30'$, d. h. der Durchschnitt fällt in gm und also ausserhalb des Loths, welches demnach auch anzeigt, dass die Verschiebung des Orts, wenn sie durch die Senkung des Hangenden der Kluft hervorgebracht worden, in der Richtung von *h* nach *i* oder von *d* nach *e* habe geschehen müssen, wie sie denn auch wirklich eingetreten ist. Das Ort *cdgh* ist nämlich da, wo die Kluft *ab* übersetzt, gleichsam unterbrochen und während es bei *e* von *cd* her gesehen vorspringt, zeigt sich an der entgegengesetzten Wange eine ein- oder zurückspringende Ecke, so dass dasselbe, nachdem es, wie *cdgh* zeigt, an die Kluft herangekommen, hinter derselben, wie *efik* angibt, fortsetzt. Dabei sind zugleich die Förste, wie auch der Profilriss (Fig 2) andeutet, und die Sohle nach der Richtung des Fallens der Kluft nieder gesunken, so dass die Förste mit einem Stoss vorspringt, während die Sohle gleichsam um eine Stufe oder einen Stoss, wenn auch nur von wenigen Zollen tiefer gefasst worden zu sein scheint.

Die im Grundrisse (Fig. 1) mit *g* bezeichnete Verschiebung, welche sich von der eben berechneten 20 Lachter weiter im Orte vorwärts findet, wird durch eine St. 5. 4 streichende Kluft (*ab* Fig. 7)

bewirkt und ψ wird daher $= 67\frac{1}{2}^\circ$, das Fallen β der Kluft beträgt 45° und α bleibt 90° . Also wird

$$\begin{aligned} x &= \frac{67\frac{1}{2}^\circ}{2} + L \left(\operatorname{tang} \frac{67\frac{1}{2}^\circ}{2} \left[\frac{\sin (90 - 45)}{\sin (90 + 45)} \right] \right) \\ &= 33^\circ 45' + L \left(\operatorname{tang} 33^\circ 45' \left[\frac{\sin 45^\circ}{\sin 45^\circ} \right] \right) \\ &= 33^\circ 45' + 33^\circ 45' = 67^\circ 30'. \end{aligned}$$

Mithin fällt auch hier der Durchschnitt in die Linie gm , — wie denn immer die Durchschnitts-
linie im Streichen der einen Fläche liegt, wenn
solche seiger ist, — und bleibt demnach innerhalb
des rechten Winkels nib , so dass das Loth (*in*)
nachweist, die Verschiebung sei in der Richtung
von i nach h oder von d nach e geschehen, wie
es auch wirklich der Fall ist; denn hier ist nun
das Ort $cdgi$ nach der entgegengesetzten von der
beim ersten Falle angegebenen Seite verschoben.

Die Ansicht des Grundrisses (Fig. 1) ergibt nun
leicht, dass so lange die Ortswangen seiger blei-
ben, die Richtung der Verschiebung lediglich
durch das Streichen und Fallen der Kluft bedingt
sei, da, wie schon angeführt worden ist, bei dem
seigern Fallen der einen Fläche der gemeinschaft-
liche Durchschnitt in deren Streichungslinie fällt,
und es also sogleich ohne weitere Berechnung
beurtheilt werden kann, nach welcher Seite hin
das Loth auf der Streichungslinie der verwerfen-

den Kluft, in seiner Richtung nach dem entgegengesetzten Salbande, von dem Durchschnitte beider Flächen abweicht.

Nur die auf dem Grundrisse mit l , m , o , p , q bezeichneten Klüfte könnten bei oberflächlicher Ansicht, Zweifel an der Uebereinstimmung der Theorie mit den vorliegenden Erfahrungen erwecken. Denn von diesen *sechs* Klüften, die ziemlich parallel streichen, und nach einer und derselben Weltgegend fallen, — nämlich wie alle Klüfte, die das Ort durchsetzen, gegen Mittag, — verwerfen die beiden ersteren (l , m) das Ort, so wie es bei seiger fallenden Wangen der Theorie gemäss ist, nach der Seite des am Anfahrungspuncte liegenden spitzen Winkels, also, wenn man in das Ort hineinfährt, zur Linken, während die Verwerfungen durch die Klüfte n , o , p , q nach der Rechten hin statt finden, oder nach der Seite des stumpfen Winkels und dabei deren eine sogar eine Verschiebung von $4\frac{1}{2}''$ bewirkt. Diese scheinbare Unregelmässigkeit ist jedoch keine Ausnahme von der Regel und fügt sich völlig der Theorie; denn bei genauerer Beobachtung findet sich, dass hier die Ortswangen eine Donlage von 80° , von der Rechten nach der Linken, also mit rechtsinigem Fallen gegen den Gang haben, während sie da, wo die beiden erst erwähnten Klüfte (l , m) übersetzen, völlig seiger stehen.

Von den letzten vier Klüften streicht n St. 6. 4, o St. 6. 2, p St. 6. 4 und q St. 6. 6. Wir wollen

für die *zweite* und *vierte*, die die grösste Differenz im Streichen zeigen, die Verwerfungen berechnen. Es ist hinreichend, die Verschiebung an einer Wange (*cd* Fig. 8. Taf. II) zu beurtheilen. Die Verlängerung der Streichungslinie derselben bildet mit dem Streichen der Kluft (*ab*) den stumpfen Winkel $ado = \psi$, innerhalb dessen die Durchschnittslinie (*dm*) fällt und deren Lage durch den Winkel $odm = x$, von *do* ab, bestimmt wird. Wird nun x so gross, dass es mit dem Nebenwinkel von ψ grösser als ein Rechter ist: so muss das Loth auf die rechte Seite des Durchschnitts fallen und also anzeigen, dass die Verwerfung, indem man den Verwerfer im Liegenden angefahren hat, nach der rechten Seite hin geschehen sei, wie auch die Figur ergibt. Bei der mit *o* bezeichneten Verwerfung ergibt sich nun

$$\psi = 101^{\circ}15'$$

$$\alpha = 53^{\circ}$$

$$\beta = 80^{\circ} \text{ und also}$$

$$x = \frac{101^{\circ}15'}{2} - L \left(\text{tang} \frac{101^{\circ}15'}{2} \left[\frac{\sin (80^{\circ} - 53^{\circ})}{\sin (80^{\circ} + 53^{\circ})} \right] \right) \\ = 50^{\circ}37' - L \left(\text{tg} 50^{\circ}37' \left[\frac{\sin 27^{\circ}}{\sin 47^{\circ}} \right] \right)$$

woraus die Rechnung:

$$\begin{array}{r} +1 \\ \log \sin 27^{\circ} = 9,6570468 - 1 \\ \log \sin 47^{\circ} = 9,8641275 \\ \hline 0,7929193 - 1. \\ \log \text{tg} 50^{\circ}37' = 10,0856980 \\ \hline 9,8786173 = \log \text{tg} 37^{\circ}5' \\ x = 50^{\circ}37' - 37^{\circ}5' = 13^{\circ}32' \text{ ergibt.} \end{array}$$

Bei der mit q bezeichneten Verwerfung, deren Berechnung gleichfalls auf die vorige Figur (Fig. 8) bezogen werden kann, ist

$$\psi = 03\frac{3}{4}^{\circ}$$

$$\alpha = 50^{\circ}$$

$$\beta = 80^{\circ} \text{ und daraus folgt}$$

$$x = 46^{\circ}52' - L \left(\operatorname{tg} 46^{\circ}52' \left[\frac{\sin (80^{\circ} - 50^{\circ})}{\sin (80^{\circ} + 50^{\circ})} \right] \right)$$

$$= 46^{\circ}52' - L \left(\operatorname{tg} 46^{\circ}52' \left[\frac{\sin 30^{\circ}}{\sin 50^{\circ}} \right] \right)$$

Nach gehöriger Rechnung:

$$\begin{array}{r} + 1 \\ \log \sin 30^{\circ} = 9,6989700 - 1 \\ \log \sin 50^{\circ} = 9,8842540. \\ \hline 9,8147160 - 1 \\ \log \operatorname{tg} 46^{\circ}52' = 10,0283182 \\ \hline 9,8430342 \end{array}$$

$= \log \operatorname{tang} 34^{\circ}51'$, findet sich

$$x = 46^{\circ}52' - 34^{\circ}51' = 12^{\circ}1'.$$

In den beiden berechneten Fällen sowohl als in den beiden anderen erwähnten wird demnach: $180 - \psi + x > R$ und das Loth (dn) bleibt innerhalb dieses stumpfen Winkels, wie nach der

Voraussetzung geschehen muss, wenn es, der Regel gemäss, nach der Seite vom Durchschnitte abweichen soll, nach der die Verschiebung geschehen ist.

Nachdem wir gezeigt haben, dass die in dem Julianer Querschlage zu beobachtenden Verschiebungen mit den Senkungen des Hangenden übersetzender Klüfte, wie wir immerhin die oben beschriebene tiefere Lage des Hangenden bezeichnen wollen, aufs Genaueste in Verbindung stehen; und also auch *daraus* mit Zuverlässigkeit gefolgert werden darf, dass diese Senkungen, die, wenn sie von den beobachteten siebenzehn Klüften zusammengezählt werden, im Ganzen mehr als einen Fuss betragen mögen, erst alsdann, nachdem das Ort betrieben worden war, also während des letzten Jahrhunderts entstanden sein können: so wird die Beschaffenheit der Klüfte um so mehr eine nähere Beschreibung verdienen, da deren, während eines bestimmten nachweislichen Zeitraums eingetretener jetziger Zustand über Vorgänge bei der Gangbildung Aufschlüsse geben könnte und vielleicht Gelegenheit darbietet, die Natur unmittelbar in ihrer Thätigkeit zu beobachten.

Die verwerfenden Klüfte sind in ihrem Streichen beträchtlich von einander abweichend, indem dasselbe zwischen die Stunden 5 und 8 fällt. Das Streichen in der *fünften* Stunde würde zulas-

sen, sie für Schichtungsklüfte zu halten, da das Gesteinstreichen des *eigentlichen* Grauwacken-Thonschiefer-Gebirges am Harze zwischen den Stunden 3 und 6 wechselt. Die Richtung in der 7. und 8. Stunde hingegen lässt auf Gangklüfte schliessen. Die Gesteinschichtung steht jedoch im Julianer Ort nicht genau zu beobachten, daher also auch nicht mit Gewissheit auszumitteln, ob die Richtung der Klüfte dieselbe durchschneidet, und auch nicht zu beurtheilen, ob hier Gang- oder Gesteinsklüfte anzunehmen sind. Es scheinen beiderlei vorhanden zu sein, und ich möchte die in den Stunden 5 bis 6. 4 streichenden als Schichtungsklüfte, die übrigen aber als Gangklüfte ansprechen. Weshalb sollte sich auch nicht annehmen lassen, dass, indem Senkungen nach dem Hangenden hin entstanden, solche auf bereits vorhandenen Gesteinsklüften durch Abrutschungen vor sich gingen; so wie auch andern Theils Ablösungen auf Querklüften dazu dienen konnten. Bei beiden Kluftarten ist es sehr bemerkenswerth, dass das Hangende, was beobachtet werden kann, glatte Spiegelflächen zeigt; das Liegende hingegen einen Grad von Auflösung wahrnehmen lässt, die, wenn die Begränzung derselben so regelmässig wäre, wie solche im Hangenden durch die Spiegelfläche gegeben ist, eine in einer Spaltung zwischen dem übrigen Gesteine abgesetzte und davon verschiedene milde erweichte Thonschiefer-Masse genau genug bezeichnen dürfte. Es gibt in unserm Harzgebirge auch anderwärts vielfältig solche

aufgelöste, oder, wenn dieser Ausdruck zu sehr hypothetisch und genetisch sein sollte, in einem gewissen Grade milde, lettige, aus zerbröckelndem und kurzklüftigem Thonschiefer bestehende, vom Streichen des festen Gesteins mehr oder weniger abweichende Schichten, in welchen der Thonschiefer sehr häufig die Eigenthümlichkeit besitzt, dass er in linsenförmige Brocken gesondert ist, die auf ihrer Oberfläche glänzend und so gestaltet sind, als seien sie im Zustande der Weichheit durch Abglitschen an einander in ihre jetzige Form gebracht. Solche Schichten heissen *faule Gänge* oder auch *Ruscheln* und vielleicht deutet die letzte Benennung auf die wahrgenommene Senkung des Hangenden und auf die Verschiebung anderer Gänge, die dadurch bewirkt wird. Dass die Klüfte auf dem Julianer Orte indessen ihre Ausfüllung, wenn man ihnen die aufgelöste Thonschiefermasse als solche zurechnet, nicht von oben herein, — wie sonst wohl, einer bekannten Ansicht gemäss, angenommen zu werden pflegt, — erhalten haben, dafür spricht der Umstand aufs deutlichste, dass sie sich erst nach dem Betriebe des Orts geöffnet, oder doch *weiter* geöffnet haben, als die Senkung des Hangenden vor sich ging, wovon die beschriebenen Verschiebungen des Orts eine Folge waren; wenn überall von einer Spaltenöffnung bei solchen Senkungen, wie in diesen Fällen eingetreten sind, die Rede sein kann. Den Erscheinungen entsprechender finde ich es, anzunehmen, dass

die vorhandenen Klüfte, gleichviel ob Gang- oder Schichtungsklüfte, Veranlassung zu Veränderungen des Gesteins ihres Liegenden und zum Theil auch des Hangenden gegeben haben, die in Auflösung und Zersetzung eines vorhin festern Gesteins bestehen, und, nach Erweichung der für das Hangende dienenden Unterlage, auf der geneigten Ebene, die die Kluftfläche bildet, Senkungen nach dem Gesetze der Schwere herbeiführen mussten. Diesemnach wäre also anzunehmen, dass Gänge einer gewissen Art fortwährend in der Bildung begriffen seien, wenn wir nur bei dem, was sichtbarlich auf dem Julianer Orte vorgegangen ist, stehen bleiben, — dass wenigstens noch gangartige Bildungen, innerhalb des Uebergangsgebirgs, in einem historisch nachweislichen Zeitraume der letzten Vergangenheit, sich zutrug und Wirkungen hervorbrachten, die mit Erscheinungen, welche bei wahren Gängen beobachtet werden, übereinstimmen; wenn gleich dabei von offen gewesenen Spalten, bei welchen Hangendes und Liegendes um die jetzige Gangmächtigkeit von einander getrennt gewesen wäre, und eben so wenig von einer Ausfüllung von Oben, die Rede sein kann. Dass übrigens überhaupt bei Gängen, die aus solchen weichen lettigen Massen bestehen, in der bezeichneten Art fortwährend Rutschungen des Hangenden eintreten, halte ich nicht für unwahrscheinlich und glaube daher auch; dass dadurch noch fortwäh-

rend Veränderungen, insbesondere auch Verschiebungen durchsetzter Gänge bewirkt werden können. Ich bin jedoch nicht der Meinung, dass sich diese Ansichten über Gangbildung geradezu auf alle Gänge und namentlich auch auf feste Erzgänge übertragen lassen, die zum Theil beträchtliche Drusenräume enthalten und vor ihrer Ausfüllung weit geöffnete Spalten gewesen sein mögen. Es ist nur die Absicht durch die vorstehenden Aeusserungen eine lebendigere Vorstellung von den beobachteten Naturverhältnissen hervorzurufen und ich wünsche, dass sie nur als eine Ergänzung der Beschreibung angesehen werden. Jedenfalls werden sie dazu dienen können, eine Vorstellung von der Art der Eröffnung eines Gangs und wie damit Senkungen des Hangenden in Verbindung stehen, zu geben.

Als wirkliche Thatsache ist nach den Beobachtungen auf dem Julianer Orte anzunehmen:

1) Dass während des letztverflossenen Jahrhunderts in der Tiefe der Erde (84 Lachter oder etwa 560 Fuss unter Tage) Bewegungen fester grosser Gesteinmassen auf der schiefen Fläche vorhandener Klüfte statt gefunden und eine tiefere Lage des Hangenden der Klüfte hervorgebracht haben, und

2) Dass Verschiebungen eines durch das Gestein hindurch getriebenen Orts (Stollens) sich

genau so darstellen, wie sie bei der eintretenden tiefern Lage des Hangenden übersetzender Klüfte hervorgehen mussten, wenn angenommen wird, dass diese tiefere Lage durch eine genau in der Richtung des Fallens am Hangenden abwärts, oder am Liegenden entgegengesetzt aufwärts, gerichtete Bewegung hervorgebracht sei.

Neuntes Capitel.

Anwendung der Theorie und der für die Wiederausrichtung verworfener Gänge gegebenen Regeln auf am Harze beobachtete Gangverhältnisse.

Indem nun beabsichtigt wird, in der Natur aufgefundene Gangdurchsetzungen und Verwerfungen nach den aufgestellten Regeln zu beurtheilen, um dadurch die Theorie erfahrungsmässig zu bestätigen; scheint zunächst erforderlich zu sein, den weiter oben schon angeregten Unterschied der Gänge und Klüfte, worauf auch die Untersuchung der auf dem *Julianer* Orte beobachteten Verhältnisse zum Theil hingeführt hat, näher in's Auge zu fassen. Nach bisher angestellten Beobachtungen sind in den Clausthaler, St. Andreasberger und Zellerfelder Bergwerksrevieren dreierlei wohl zu unterscheidende Veranlassungen zur Unterbrechung von wirklichen Erzgängen

oder zu deren Verschiebung vorhanden; nämlich:
1) eigentliche Gänge, die zum Theil selbst Erze führen, wozu aber auch die tauben Gänge gehören, insofern sie im Innern wahre Gangstructur zeigen und *eigentliche* Ganggesteine führen. 2) Faule Gänge oder Rutscheln und 3) Steinscheidungen, sogenannte Geschiebe und Klüfte.

Zunächst will ich nun Gang-Durchsetzungen und Verwerfungen beschreiben, welche durch eigentliche Gänge veranlasst werden, dann aber untersuchen, inwiefern Rutscheln und Geschiebe Verwerfungen hervorbringen. Dabei beschränke ich mich zunächst auf die Clausthaler, Zellerfelder und St. Andreasberger Grubenreviere.

I. Durchsetzungen und Verwerfungen, die durch eigentliche Gänge hervorgebracht werden.

Fälle dieser Art finden sich am Harze vorzüglich im St. Andreasberger Bergwerksreviere. Das dasige Erzgebirge hat Herr Hofrath *Hausmann* geschildert *) und aus dieser Schilderung ist bekannt, dass dasselbe aus Thonschiefer besteht, der von dem Grauwacken-Thonschiefer-Gebirge, welches am Harze übrigens herrscht, gänzlich ver-

*) Geognostische Skizze von Südniedersachsen; in den *Nord-deutschen Beiträgen zur Berg- und Hüttenkunde* (Braunschweig 1806 -- 1810) Stück 2. p. 69.

schieden ist, und der in mancher Rücksicht als Urthonschiefer anzunehmen sein dürfte. Als Lager gehören diesem Gebirge Urkieselschiefer, Urkalkstein und Urgrünstein, nach Hausmann, an, und ich kann hinzufügen auch körniger Quarzfels, wie in dem, einige Lachter vom Samsoner Schachte entfernt auf dem Grünhirschler Stollen angesetzten Querschlage in das Liegende wahrzunehmen steht. Mit diesem Querschlage ist nämlich etwa *zwanzig* Lachter hinter dem Samsoner Schachte ein *zehn* Lachter mächtiges Quarzfelslager überbrochen worden, dessen Liegendes und Hangendes aus Thonschiefer besteht *).

*) Für die Meinung, wonach die nächste Umgegend von St. Andreasberg zum Urgebirge zu rechnen ist, kann auch vielleicht ein neuerlich am *Matthias-Schmids-Berge* durch den hiesigen Bergschüler *Degenhardt* gemachter Fund als eine neue Bestätigung angeführt werden. Das entdeckte Fossil wurde von einem unserer zuverlässigsten Oryktognosten, dem Herrn Bergprobirer *Bauersachs* zu Zellerfeld, zuerst als *gemeiner Topas* angesprochen; nachher aber bald durch unsere gemeinschaftlichen weiteren Nachforschungen und wechselseitigen Zweifel als *Datolith* erkannt. Durch die Benennung *gemeiner Topas* sollte dasselbe als eine eigene Art bezeichnet werden, denn nur die Krystallform konnte vielleicht berechtigen, es zum Topas zu zählen. Die an dem Fossil erforschten Merkmale und die näheren Verhältnisse des Vorkommens sind folgende:

Das Fossil ist gelblich-, grünlich- und graulichweiss. Es findet sich derb und in etwas geschobenen vierseitigen

Die in diesem Gebirge aufsetzenden eigentli-

Säulen, die an den Enden mit auf den stumpfen Seitenkanten aufsitzenden Flächen ziemlich flach zugeschärft sind. Die Zuschärfungskanten sind jedoch wieder abgestumpft. Die Ecken der Zuschärfungskanten mit den stumpfen Seitenkanten haben abermals eine schwache Zuschärfung erlitten. Die letztbezeichneten Seitenkanten sind mit ungleichen Flächen zugeschärft; an den beiden anderen aber zeigt sich nur eine Zuschärfungsfläche, oder vielmehr eine schief angesetzte Abstumpfungsfläche. Die Säulen sind gewöhnlich kurz, oft so kurz, dass sich die Zuschärfungen der Endflächen berühren und alsdann der Krystall oktaedrisch erscheint. Durch die Verschiedenheit der Grösse der Flächen und deren mehrfache Abänderung zeigen sich die Krystalle dem Auge in mehrfachen Formen. Sie sind übrigens klein und von mittlerer Grösse; aufsitzend auf der derben Masse und Drusen bildend. Im Derben ist das Fossil schimmernd, die Krystalle aber sind glänzend von Glasglanz, der sich dem Perlmutterglanze nähert. Bei frischen Stücken zeigt sich der Bruch unvollkommen blättrig, bei verwitterten Stücken hingegen wieder deutlicher. Alsdann ist aber das Fossil sehr mürbe und zerbröckelnd. In beiden Fällen zeigt es ausgezeichnet deutlich länglich körnige Absonderungen. Die Krystalle sind durchscheinend und halbdurchsichtig; derbe Stücke scheinen nur an den Kanten durch. Vom Quarze wird das Fossil geritzt und ritzt selbst das Glas. Sein spec. Gewicht erreicht nicht völlig 3,0.

Im Kolben vor der Weingeistlampe gibt es wenig Wasser; vor dem Löthrohre schäumt es auf und schmilzt mit Blasenwerfen zu einem klaren farblosen Glase. Vom Borax wird es zu einer klaren Perle aufgelöst, die sich

chen Erzgänge hat Herr Hofrath *Hausmann* *) beschrieben und indem ich auf die Arbeiten dieses grossen Geognosten verweise, bringe ich hier nur einige Bemerkungen bei, die näher zu meinem Zwecke dienen. Die St. Andreasberger Erzgänge gehören zu den weniger mächtigen, denn ihre Mächtigkeit übersteigt selten *dreissig* Zoll und beträgt höchstens ein halbes Lachter, oft aber nur einige Linien. Es sind etwa zwanzig bekannt und davon lassen sich die, worauf sich unsere Unter-

nicht unklar flattern lässt. Wenig Soda löst es zu einer klaren, auch nach der Abkühlung klar bleibenden Perle auf. Ein beträchtlicher Theil Soda zieht sich mit der Probe in die Kohle. Phosphorsalz gibt mit einer kleinen Probe ein klares Glas, in welchem Kieselerde unaufgelöst zurückbleibt. Wenig Phosphorsalz gibt mit einer grossen Probe ein emailweisses Glas. Der Gehalt an Boraxsäure wird übrigens vollkommen deutlich aus der grünen Flamme des Alkohols, mit welchem die eingedickte salzsaure Lösung des Minerals ausgezogen wurde. Diese Resultate der von unserm geschickten Bergschüler Hr. *Wankel* aus Fulda angestellten Versuche bestätigen demnach völlig die gefasste Ansicht, dass das Fossil Datolith sei.

Sein Vorkommen scheint übrigens dem auf der Geisalpe sehr ähnlich zu sein. Es hat sich unser *Datolith* an dem schon bezeichneten Berge bei St. Andreasberg auf einer Kluft im Grünsteine gefunden, auf dem es angewachsen ist.

*) a. a. O. p. 70. und durch die *Bemerkungen* über die St. Andreasberger Gänge in Holzmanns *Herzynischem Archive* (Halle 1804—1805) Bd. 1. p. 604.

suchungen beziehen und welche gegenwärtig nur näher bekannt sind, in zwei Gruppen vereinigen. Der Samsoner Hauptgang, an welchen sich in der Streichungslinie auch der Abendröther und die Andreas-Creuzer Gänge anschliessen, bildet mit dem Gange, worauf der Gnade-Gotteser Schacht liegt, mit dem Bergmanns-Troster Gange, dem Neufanger hangenden Trume und den drei Samsoner hangenden Trümmern eine Gruppe, zu der auch, wie schon angedeutet worden ist, die St. Andreas-Creuzer Gänge und ferner der Morgenröther Gang gehören, obgleich diese durch die Abendröther Ruschel, die das Streichen der Fortsetzungen des Samsoner Hauptgangs unterbricht, von den übrigen Gängen der Gruppe getrennt sind. In der zweiten Gruppe betrachten wir den Jacobs-glücker und Wennsglücker als die Hauptgänge, die ebenso wie der Samsoner mit seinen Fortsetzungen, nach der Sächsischen Terminologie, zu den flachen Gängen zu zählen sind. Mit dem erstern stehen die Spathgänge, worauf die Gruben *Reicher-Trost*, *Silberner-Bär* und *Verlegter-Silberner-Bär* gebaut haben, in Verbindung.

Nach der qualitativen Verschiedenheit der Ausfüllungsmasse der Gänge mehrere Formationen zu unterscheiden, halte ich für sehr schwierig, da die Hauptgangarten, Kalkspath und Quarz und die vorzüglich vorkommenden metallischen Fossilien, Bleiglanz, gediegener Arsenik, Fahlerz, Rothgiltigerz und Antimonialsilber allen St. Andreasber-

ger Gängen gemeinschaftlich angehören. Nur selten vorkommende Fossilien als Merkmale zur Entscheidung über Gleichartigkeit oder Ungleichartigkeit der Gänge anzuwenden, halte ich für misslich, so wie mir auch Merkmale unentscheidend zu sein scheinen, die in der eben besprochenen Beziehung nur allein von den Varietäten einer oder der andern Fossilienart, mag solche auch Hauptausfüllungsmasse sein, hergenommen werden. Eine zulässigere Abtheilung ergibt sich bei den St. Andreasberger Erzgängen aus ihrer Verschiedenheit im Streichen, worauf ich schon oben hingewiesen habe und wonach wir sie in *flache Gänge* und *Späte* unterscheiden können; je nachdem sie in den Stunden 9 bis 12 streichen, wie der Hauptgang der Gruben *Samson*, *Gnade-Gottes* und *Abendröthe*, ferner die St. Andreas-Creuzergänge und die Gänge von *Jacobs-Glück* und *Wennsglück*; oder zwischen den Stunden 7 bis 9 bleiben, wie die Gnadegotteser und Bergmannstroster Schachtgänge, die Silbernbärer Gänge und der Reichetroster Gang. Unter früheren Stunden streichen im St. Andreasbergischen keine Gänge und mit St. 6 tritt schon das Streichen des Nebengesteins ein. Von den Gesteinschichten sind übrigens die dasigen Gänge, wenn sie von denselben auch in der Streichungslinie wenig verschieden sein sollten, vorzüglich deutlich durch die Fallungsrichtung abweichend; da sie sämmtlich gegen Nord-Ost und gegen Norden fallen, während das Gestein, wie am Harze gewöhnlich, nach Süden einschießt

und also das Gang- oder Gesteinsfallen *widersinnig* ist. Durch dasselbe Verhalten unterscheiden sich in diesem Reviere auch die edeln Erzgänge von den *faulen* Gängen, die mit dem Gesteine fast nach derselben Richtung fallen, wie der Neufanger, Abendröther und Silberburger faule Gang.

Aus den angemerkten Streichungs-Verhältnissen der Erzgänge ergibt sich, dass Scharungspuncte vorhanden sein werden, bei welchen nun entweder eigentliche Scharung oder völliges Abschneiden, einfache Kreuzung, Durchsetzung und Verwerfung statt finden kann. Für unsern Zweck interessiren zunächst die beiden zuletzt genannten Erscheinungen und diese sind in drei Fällen zu beobachten, nämlich:

1) bei dem Samsoner und Gnade-Gotteser Gang, indem der letztere vom erstern durchsetzt und verworfen wird;

2) bei dem Samsoner Hauptgange und Bergmannstroster Gang, wovon der letztere durchsetzt, ohne den erstern zu verwerfen;

3) Bei den Reichetroster und Jacobsglucker Gängen, von welchen der erstere durchsetzt und verworfen ist.

Wenn nun der Reichetroster- und der Bergmannstroster Gang als zusammengehörig betrachtet werden dürfen, da beide in der Stunde 7 streichen

und ein Fallen von 75 bis 78° haben, auch ihre Streichungslinien, in gleichem Niveau, Verlängerungen von einander sind: so möchten nach den angegebenen Durchsetzungs - Verhältnissen vier Gangformationen zu unterscheiden sein. Der Jacobsglucker Gang ist nämlich der jüngste, da er den Reichetroster durchsetzt; dieser ist im Alter der zweite, da er als Bergmannstroster Gang den Samsoner durchsetzt; darauf folgt der zuletzt genannte, welcher den *Gnade-gotteser* verwirft und der älteste müsste demnach dieser letzte sein.

Wir wollen nun diese Durchsetzungen näher beschreiben und an die Theorie anhalten, was ja eigentlich nur hier unser Zweck ist und wozu das Vorstehende als Einleitung dienen sollte.

1) *Durchsetzung und Verwerfung des Gnade-Gotteser Gangs durch den Samsoner Hauptgang.*

In dem Felde der Grube *Gnade-Gottes* ist das Hauptstreichen des Samsoner Gangs in St. 10 und das General-Fallen zwischen 75 bis 80° östlich anzunehmen. Der Gnade-Gotteser Gang streicht an den für uns merkwürdigen Puncten zwischen St. 7 und 10 und fällt zwischen 82 und 85° gleichfalls gegen Osten. Beide Gänge sind also recht-sinnig gegen einander und der Samsoner, der Durchsetzer, kann als der flacher fallende angenommen werden. Diesem nach wären diese Verwerfungsfälle nach der Schmidtschen vierten Regel

zu beurtheilen, wonach das verworfene Gangstück stets auf der Seite, worauf am Anfahrungspuncte der spitze Winkel liegt, zu suchen ist und damit stimmt auch wirklich in diesen Fällen die Natur überein. Es ist indessen schon oben gezeigt worden, dass bei einem donlägigeren Verwerfer eine genauere Berücksichtigung der Winkelverhältnisse erforderlich wird, um darüber zu entscheiden, ob die Verwerfung nach der Seite des stumpfen oder des spitzen Winkels geschehen sei.

Die beiden (Taf. III. Fig. 1 und 2) abgebildeten Verwerfungen sind auf der *sechzehnten* und *achtzehnten* Strecke der Grube 182 und 200 Lachter unter Tage, also 18 Lachter tief von einander, beobachtet, woselbst der Gnade-Gotteser Gang nahe am Scharungspuncte, auf dessen westlicher Seite, reiche Anbrüche von Antimonial-Silber mit wenigem Bleiglanze geführt hat; der Samsoner Gang aber, mit seiner Mächtigkeit von 15 bis 20 Zoll, nur mit tauben Gangarten ausgefüllt, ihn durchsetzt. Die Durchsetzung ist jetzt noch um so deutlicher sichtbar, da das taube Mittel auf dem Durchsetzungspuncte noch ansteht. In geringerer Teufe ist der Gnade-Gotteser Gang weniger bebaut und daher auch weniger bekannt, da er erst in der Tiefe unter dem Sieber-Stollen, also mehr als 100 Lachter unter Tage vorzüglich edel geworden ist. Deshalb ist auch sein Verhalten zum Samsoner Gang höher herauf nicht, wenigstens nicht auf beiden Seiten des Durchsetzers

genügend bekannt und ich muss mich darauf beschränken, die beiden bezeichneten Punkte näher zu beschreiben und nach der Theorie zu beurtheilen.

Auf der *sechszehnten* Strecke (Taf. III. Fig. 1) ist das Verhalten der beiden Gänge regelmässiger als auf der *achtzehnten* (Taf. III. Fig. 2), obgleich auch am erstern Punkte das Streichen des Samsoner Hauptgangs, gerade da, wo die Verwerfung eintritt, aus der St. 10 in die St. 11 abweicht, der verworfene Gang aber im Hangenden des Verwerfers St. 8 streicht und mit 85° gegen Nordost einfällt, während er im Liegenden desselben in St. 7. 2 streicht und sich unter 82° verflächt. Es wird demnach erforderlich, die Gangverschiebung von jeder Seite her besonders zu beurtheilen, indem einmal angenommen wird, dass der Verwerfer im Hangenden, bei φ , und das andere Mal, dass er im Liegenden, bei φ' , angefahren worden sei. Vom Hangenden her lässt sich das Streichen des Samsoner Gangs auf dem Punkte, wo der Gnade-Gotteser von ihm abgeschnitten wird, nicht anders als in St. 10 angeben, welches Streichen auch wieder da anzunehmen ist, wo der Verworfene im Liegenden fortsetzt; so dass also das Streichen in St. 11, welches zwischen den beiden bezeichneten Punkten dem Samsoner Gange angehört, nicht in Betracht kommt. Am Hangenden weichen also nach den vorstehenden Angaben die beiden Gänge in ihrem Streichen um 2 Stunden $= 30^{\circ}$

von einander ab und der Winkel φ ist als stumpfer $= 150^\circ$; das Fallen (α) des Samsoner Gangs ist nach dem Mittel $= 77\frac{1}{2}^\circ$ und das (β) des Gnade-gotteser $= 85^\circ$. Daher erhalten wir nach der Formel:

$$x = \frac{\varphi}{2} - L \left(\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} \left[\frac{\sin (\alpha - \beta)}{\sin (\alpha + \beta)} \right] \right)$$

oder

$$= 75^\circ - L \left(\operatorname{tg} 75^\circ \left[\frac{\sin (85 - 77\frac{1}{2})}{\sin (85 + 77\frac{1}{2})} \right] \right)$$

$$= 75 - L \left(\operatorname{tg} 75 \left[\frac{\sin 7\frac{1}{2}^\circ}{\sin 17\frac{1}{2}^\circ} \right] \right)$$

woraus die Rechnung:

$$\log \sin 7\frac{1}{2}^\circ = 10,1156977 - 1$$

$$\log \sin 17\frac{1}{2}^\circ = 9,4781418$$

$$0,6375559 - 1$$

$$\log \operatorname{tang} 75^\circ = 10,5719475$$

$$10,2095034 = \log \operatorname{tg} 58^\circ 18'$$

$$x = 75^\circ - 58^\circ 18' = 16^\circ 42'.$$

Demnach fällt das Loth AB gegen den Durchschnitt DC so, dass es, nach dem liegenden Salbande von dem Anfahrungspuncte (φ) aus, d. h.

nach B hin, gehörig verlängert, auf die Seite der Durchschnittslinie fällt, auf welcher am Anfahrungspuncte der spitze Winkel ($180 - \varphi$) befindlich ist. Dieser macht nämlich mit dem gefundenen (x) noch keinen rechten Winkel aus, so dass also der eine Schenkel desselben, der die Durchschnittslinie ist, innerhalb des Loths auf dieser Seite bleibt, auf der andern aber, nachdem sich Verticalwinkel gebildet haben, wie schon angegeben, entgegengesetzt davon abweicht. Es ist also klar, dass hier die Natur mit dem Gesetze völlig übereinstimmt. Denn da das Loth vom Anfahrungspuncte (φ) aus nach dem Liegenden des Verwerfers, nach B hin, verlängert auf die Seite vom Durchschnitt fällt, wo am Anfahrungspuncte der spitze Winkel liegt: so ist auch nach dieser Seite hin das verworfene Gangstück im Liegenden des Verwerfers zu suchen, wie es sich auch bei φ' findet.

Wird die Gangverwerfung vom Liegenden her beurtheilt, so dass bei φ' der Punct liegt, wo der Verwerfer angefahren worden ist: so kann für den Verwerfer nur wieder das Hauptstreichen St. 10 angenommen werden; der Gnade-Gotteser Gang aber streicht hier St. 7. 2 und der Winkel φ' ist $= 41^{\circ}15'$. Der Fallungswinkel α des Verwerfers, den wir jetzt in Uebereinstimmung mit der Bezeichnung der Formel A nennen, ist wieder $= 77\frac{1}{2}^{\circ}$ und der Fallungswinkel des Gangs der in der betreffenden Formel B heisst ist $= 82^{\circ}$.

Hiernach ergibt sich

$$\begin{aligned}\cot x' &= \cot \varphi' - \frac{\operatorname{tg} A \cdot \cot B}{\sin \varphi'} \\ &= \cot 41^{\circ}15' - \frac{\operatorname{tg} 77\frac{1}{2}^{\circ} \cdot \cot 82^{\circ}}{\sin 41^{\circ}15'}\end{aligned}$$

und nach der Rechnung:

$$\begin{array}{r} \log \operatorname{tg} 77\frac{1}{2} = 10,6542448 \\ + \log \cot 82^{\circ} = 9,1478025 \\ \hline 19,8020473 \\ - \log \sin 41^{\circ}15' = 9,8191133 \\ \hline 0,9829340 - 1.\end{array}$$

$$\text{Nr. } 0,9829340 - 1 = 0,961466.$$

$$\begin{array}{r} \cot 41^{\circ}15' = 1,14028 \\ - 0,96146 \\ \hline 0,17882 = \cot 79^{\circ}52'\end{array}$$

erhalten wir also:

$$x' = 79^{\circ}52'$$

Bei dieser Grösse des Winkels x' erhellet leicht, dass das Loth $A'B'$ am Anfahrungspuncte φ' in seiner Richtung vom Liegenden nach dem Hangenden des Verwerfers auf die Seite fällt, auf welcher am Anfahrungspuncte der spitze Streichungswinkel liegt; auf welcher Seite auch wirk-

lich in der Natur nach gehöriger Ueberbrechung des Verwerfers das verworfene Gangstück bei φ wieder ausgerichtet ist.

Auf der *achtzehnten* Strecke (Taf. III. Fig. 2) sind die in Betracht zu ziehenden Streichungs- und Fallungs-Verhältnisse der beiden Gänge sehr wechselnd und unregelmässig, weshalb in diesem Falle die Beurtheilung der Verwerfung viele Vorsicht erfordert, wenn die Theorie mit einiger Sicherheit darauf bezogen werden soll. Wird aber gehörige Vorsicht gebraucht: so geht ein neuer Beweis dafür hervor, wie sehr von der Lage der beiden Gangflächen am Durchschnittpuncte die Richtung der Verschiebung des durchsetzten Gangs abhängt. Wollen wir zuerst die Verwerfung wieder vom Hangenden des Verwerfers her beurtheilen und die Lage des verworfenen Gangstücks am Liegenden bestimmen: so fällt es auf, dass der unterbrochene Gang bei φ fast das Hauptstreichen des Verwerfers in St. 10 angenommen hat und er diesem letztern in einzelnen Trümmern zuläuft, nachdem derselbe sich in St. 11. 4 gewendet hat. Diese Beschaffenheit des unterbrochenen Gangs am Hangenden des Verwerfers und namentlich auch die Zertrümerung könnte es zweifelhaft machen: ob beide Gangstücke zu einem Gange gehören, da in der Regel angenommen werden muss, dass der durchschnittene Gang an beiden Wänden des Schnitts gleiche Beschaffenheit zeige, indem sonst nicht mit Sicherheit behauptet werden kann,

dass er vormals ununterbrochen fortgesetzt habe, wozu eine Congruenz der beiden Schnittflächen die Bedingung sein möchte. Allein eines Theils ist zu bedenken, dass das hangende Gangstück jetzt tiefer liegt und also eine völlige Gleichheit der Gangstructur an beiden Gangstücken, die jetzt in einer Horizontalebene liegen, nicht immer erscheinen kann; und andern Theils auch beide Gänge sich zu gleicher Zeit, beim Entstehen der ersten vielleicht noch sehr unbeträchtlichen Spaltungen, geöffnet haben können, so dass darin schon die Annäherung des Streichens und die Zertrümerung der einen Spalte Erklärung findet. Erst bei weiterer Oeffnung des Verwerfers entstand alsdann die eigentliche Verschiebung und es ist auch denkbar, dass dabei, indem die Ausfüllungs-Masse des verworfenen Gangs und auch das Gebirgsgestein vielleicht noch nicht erhärtet waren, die Zertrümerung entstand; da sich solche gerade an dem Gangstücke, das im Hangenden des Verwerfers liegt, findet, von dem, wenn Senkung des Hangenden vorausgesetzt wird, angenommen werden darf, dass es in Bewegung gewesen sei.

Nehmen wir nun die oben bereits angegebenen Streichungsverhältnisse der beiden Gänge an: so ist der Winkel φ (Fig. 2) $= 157\frac{1}{2}^{\circ}$, ferner haben wir $\beta = 85^{\circ}$ und $\alpha = 80^{\circ}$ zu setzen, wie die Figur ausweist.

Daraus ergibt sich:

$$x = \frac{157\frac{1}{2}^{\circ}}{2} - L \left(\operatorname{tg} \frac{157\frac{1}{2}}{2} \cdot \left[\frac{\sin (85 - 80)}{\sin (85 + 80)} \right] \right) \\ = 78^{\circ}45' + L \left(\operatorname{tg} 78^{\circ}45' \cdot \left[\frac{\sin 5^{\circ}}{\sin 15^{\circ}} \right] \right)$$

und aus der Berechnung:

$$\begin{array}{r} \log \sin 5^{\circ} = 9,9402961 - 1 \\ - \log \sin 15^{\circ} = 9,4129962 \\ \hline 0,5272999 - 1 \\ + \log \operatorname{tang} 78^{\circ}45' = 10,7013382 \\ \hline 10,2286381 = \log \operatorname{tang} 59^{\circ}25' \end{array}$$

erhalten wir

$$x = 78^{\circ}45' - 59^{\circ}25' = 19^{\circ}20'$$

Hieraus ist klar, dass das Loth AB in der Richtung nach dem Liegenden des Verwerfers nach der Seite vom Durchschnitte abweicht, auf welcher am Anfahrungspuncte (φ) der spitze Winkel liegt, und auf dieser Seite findet sich auch im Liegenden das andere Gangstück bei φ' . Wird die Verwerfung auf der *achtzehnten* Strecke vom Liegenden des Verwerfers her beurtheilt und der Anfahrungspunct desselben bei φ' angenommen: so scheint das Resultat der Theorie gemäss unternommenen Berechnung dem Naturverhältnisse diess Mal nicht zu entsprechen. Denn es wird

hier bei dem Streichen des unterbrochenen Gangstücks in St. 7. 4 und dem Streichen des Verwerfers in St. 11. 4 der Winkel $\varphi' = 60^\circ$; β ist $= 82^\circ$ und wenn wir auch das geringste Fallen des Verwerfers annehmen und $\alpha = 75^\circ$ setzen: so erhalten wir dennoch, β für B und α für A in die betreffende Formel eingeführt,

$$x' = \cot 60^\circ - \frac{\operatorname{tg} 75^\circ \cdot \cot 82^\circ}{\sin 60^\circ}$$

und nach der Rechnung:

$$\begin{array}{r} \log \operatorname{tang} 75^\circ = 10,5719475 \\ + \log \cot 82^\circ = 9,1478025 \\ \hline 19,7197500 \\ = \log \sin 60^\circ = 9,9375306 \\ \hline 9,7822194 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{Nr. } 0,7822194 - 1 = - 0,60564 \\ \cot 60^\circ = 0,57735 \\ \hline - 0,02829 = \cot 91'38'' \end{array}$$

$$x' = 91'. 38''$$

Demnach weicht das Loth A'B' in der Verlängerung nach dem hangenden Salbande, nach der Seite vom Durchschnitte C'D' ab, auf welcher am Anfahrungspuncte der stumpfe Winkel, der Nebenwinkel von φ' , liegt und auf dieser Seite wäre also auch der Theorie gemäss das verworfene

Gangstück aufzusuchen. Es hat sich aber auf der Seite des spitzen Winkels am Hangenden des Verwerfers, bei φ , wieder angelegt. Eine genauere Ansicht führt indessen leicht zu der Ueberzeugung, wie dieser Widerspruch zwischen der Natur und dem Rechnungsergebnisse lediglich darin begründet ist, dass die in der Regel anzunehmende Voraussetzung: der verworfene Gang behalte bei der Verwerfung gleiche Streichungs- und Fallungs-Verhältnisse, hier nicht eintritt. Nur bei Erfüllung dieser Voraussetzung möchten in den meisten Fällen die beiden getrennten Gangstücke als zu einander gehörig zu erkennen sein; welches hier jedoch dadurch vermittelt wird, dass der Gnade-Gotteser Gang, — dessen Streichen sich im Hangenden des Verwerfers so sehr abweichend von dem, im Liegenden, an den Verwerfer heransetzenden, Gangstücke zeigt, — in einiger Entfernung vom Scharungspuncte auch im Hangenden, bei P, sich wieder in seine Stunde 7. 4 einrichtet. Dieser Umstand ist es nun auch, welcher die Theorie völlig rechtfertigt, denn die Ansicht der Zeichnung ergibt unverkennbar, dass die Verwerfung auf der Seite des stumpfen Winkels am Anfahrungspuncte, im Hangenden des Verwerfers, also auf der Seite, wo der Theorie nach das verworfene Gangstück zu suchen ist, auszurichten sein würde, wenn das im Hangenden des Verwerfers fortsetzende Gangstück des Gnade-Gotteser Gangs, von da ab wo es sich, bei P, wieder in das gewöhnliche Streichen einrichtet, in diesem

Streichen bis an den verwerfenden Gang heransetzte. Und wirklich würde der Bergmann, welcher mit Beharrlichkeit den ältern Gang vom Anfahrungspuncte φ' ab im Hangenden des Verwerfers auf der Seite des stumpfen Winkels, dem Resultate der Rechnung gemäss gesucht hätte, ihn auch getroffen haben, wenn er nur nicht gescheuet, in das Hangende, hinreichend weit, hinüber zu brechen.

Der vorliegende allerdings einiger Massen unregelmässige Fall steht demnach nicht nur mit der Theorie nicht im Widerspruche, sondern kann selbst, bei richtiger Beurtheilung der eintretenden Verhältnisse zu ihrer Bestätigung dienen.

2) *Durchsetzung des Samsoner Hauptgangs durch den Bergmannstroster Gang.*

Das Winkelverhältniss, unter welchem sich diese beiden Gänge durchkreuzen, ist deshalb höchst merkwürdig, weil es gerade Bedingungen angibt, bei denen, wenn der Bergmanns-Troster Gang als der Durchsetzer angenommen wird, der Theorie gemäss überall eine Verwerfung nicht eintreten kann und eine solche auch wirklich *nicht* vorhanden ist. Dass der Bergmanns-Troster Gang, wie auch Herr Hofrath Hausmann *) annimmt, der Durchsetzer sei, erhält hingegen, wenn man

*) Herzynisches Archiv. B. I. p. 696.

darüber zweifelhaft wäre, dadurch wieder Bestätigung, dass nach der Theorie diess der Fall sein muss, wenn unter den gegebenen Winkelverhältnissen ein einfaches Scharkreuz ohne Verwerfung, auch bei unbezweifelter Senkung des Hangenden des jüngern Gangs, vorhanden ist.

Die Kreuzung beider Gänge ist auf der *zweiten* Bergmannstroster Strecke, in 84 Lachter Teufe, und auf dem Sieber-Stollen, in 100 Lachter Teufe, im Felde der Grube *Abendröthe* bekannt, die hier auf dem Samsoner Hauptgange baut. In Hinsicht der Mächtigkeit und der Edelkeit erleiden beide Gänge auf dem Scharungspuncte keine Aenderung. In grösserer Tiefe ist das Durchkreuzungs-Verhältniss nicht bekannt und auf dem jetzigen Bau werden die Bergmanns-Troster Strossen vom Schachte ab gegen Morgen zum hohen Stosse heran gehauen, ehe der Samsoner (oder Abendröther) Gang erreicht ist.

Das Streichen des Bergmanns-Troster Ganges ist St. 7. 4 und das des Samsoner Gangs im Abendröther Felde St. 11. 4. Der Winkel φ (Taf. III. Fig. 3) ist also $= 60^\circ$. Der Fallungswinkel A des Durchsetzers hält 65° und der B des Samsoner Gangs ist $= 77^\circ$.

Demnach ergibt sich:

$$\cot x = \cot 60^\circ - \frac{\operatorname{tg} 65^\circ \cdot \cot 70^\circ}{\sin 60^\circ}$$

und aus der Rechnung:

$$\log \tan 65^\circ = 10,3313275$$

$$\log \cot 77^\circ = 9,3633641$$

$$19,6946916$$

$$- \log \sin 60^\circ = 9,9375306$$

$$9,7571610$$

$$\text{Nr. } 0,7571610 - 1 = 0,57169.$$

$$\cot 60^\circ = 0,57735$$

$$0,00566. = \cot 89^\circ 41'$$

erhalten wir

$$x = 89^\circ 41'$$

Das Streichen des Durchschnitts CD steht also fast rechtwinklicht auf dem Streichen des Durchsetzers und hat die Richtung, worin das Fallen des Verwerfers streicht. Dieser Fall gehört mit hin zu den Durchsetzungen, bei welchen der Theorie gemäss, wie auch Herr Bergrath *Schmidt* bemerkt *), keine Verwerfungen eintreten können; welche Fälle aber gleichwohl deshalb, weil nachzuweisen steht, dass dabei auch die der Theorie entsprechenden Bedingungen zu Verschiebungen oder Verwerfungen nicht vorhanden sind, gar sehr zur Bestätigung der angenommenen Hypothese und der darauf gegründeten Theorie beitragen.

*) Theorie der Verschiebungen p. 23 u. 24.

3) *Verwerfung des Reicher-Troster Gangs durch den Jacobs-Glucker Gang.*

Von den beiden genannten Gängen streicht der erstere, nach auf den Gangcharten des Herrn Markscheiders *Strauch* befindlichen Angaben, in der Gegend des Durchsetzungspunctes St. 7 und St. 6. 2; der andre hingegen St. 10. Das Einfallen beträgt bei ersterem 65 bis 70° und bei letzterem 60 bis 65°. Da in der Nähe der Durchkreuzung, welche auf dem Grünhirschler Stollen, 71 Lachter unter Tage, etwa 8 Lachter nordwestlich vom Jacobsglucker Schachte entfernt, vorzüglich deutlich beobachtet worden *), die Gänge ihr beträchtlicheres Fallen haben: so ist dasselbe, bei der Berührung der Verwerfung, für den durchsetzten *Reicher-Troster* Gang zu 70° und für den durchsetzenden *Jacobs-Glucker* zu 65° anzunehmen. Es liegt demnach hier (Taf. III. Fig. 4) ein Fall vor, wobei ein seigererer Gang von einem donlägigern verworfen wird und worauf also die Schmidtsche *vierte* Regel **) Anwendung finden müsste, der gemäss die Verwerfung, nach gehöriger Ueberbrechung des Verwerfers »in derjenigen Richtung, welche mit dem Streichen des abgeschnittenen Gangs einen »spitzen Winkel bildet,« also auf der Seite, auf welcher am Anfahrungspuncte der spitze Winkel (φ und φ') liegt, auszurichten sein würde. Es

*) *Hausmann* a. a. O. p. 696.

**) *Schmidt* a. a. O. p. 35.

zeigt sich sogleich bei Ansicht der Figur, dass diese Regel hier nicht passt und also die Natur uns einen Fall darbietet, der, wie bereits oben im *fünften* Capitel erwähnt worden, die Unrichtigkeit der Schmidtschen Regel darthut. Gleichwohl stimmt derselbe völlig mit der Theorie überein und belegt also die Behauptung, dass, obgleich in manchen Fällen sich die Schmidtschen Regeln mangelhaft zeigen, dennoch die vom Herrn Berg-rath *Schmidt* aufgestellte Hypothese, bei völlig consequenter Anwendung, in der Natur Bestätigung findet.

Wenn der Verwerfer im Liegenden (bei φ) angefahren worden, so haben wir den Winkel φ zu 45° anzunehmen, da hier das Streichen der Gänge St. 7 und St. 10 ist. Der Fallungswinkel A des Verwerfers ist $= 65^\circ$ und der B des verworfenen Gangs $= 70^\circ$. Demnach wird

$$\cot x = \cot 45^\circ - \frac{\operatorname{tg} 65^\circ \cdot \cot 70^\circ}{\sin 45^\circ}$$

und aus der Rechnung:

$$\begin{array}{r} \log t 65^\circ = 10.3313275 \\ \log \cot 70^\circ = 9.5610659 \\ \hline 19.8923934 \\ \log \sin 45^\circ = 9.8494850 \\ \hline 10.0429084 \end{array}$$

$$\text{Nr. } 0,0429084 = 1,10384$$

$$\text{cot. } 45 = 1,00000$$

$$- 0,10384 = \text{cot } (180^\circ - 84^\circ 4')$$

$$= \text{cot } 95^\circ 56'$$

ergibt sich:

$$x = 95^\circ 56'.$$

Das Loth OP fällt also in der Richtung nach dem entgegengesetzten Salbande, oder in der Richtung von O nach P auf die Seite des Durchschnitts MN, auf welcher am Anfahrungspuncte bei φ der stumpfe Winkel liegt, und auf dieser Seite ist das verworfene Gangstück bei φ' auch wieder ausgerichtet.

Wäre der Verwerfer bei φ' am Hangenden angefahren worden, so würde der Winkel $\varphi' = 56^\circ 15'$ in Rechnung zu bringen sein, da der Reicher-Troster Gang auf dieser Seite St. 6. 2 streicht, der Verwerfer aber in St. 10 bleibt. Die Fallungswinkel sind übrigens dieselben wie vorhin und wir erhalten daher:

$$\text{cot } x' = \text{cot } 56^\circ. 15' - \frac{\text{tg } 70^\circ. \text{cot } 65^\circ}{\sin 56^\circ 15'}$$

woraus wir nach der Rechnung:

$$\log t \ 70^\circ = 10.4389341$$

$$1 \text{ cot } 65^\circ = 9.6686725$$

$$20.1076066$$

$$\log \sin 56^\circ 15' = 9.9198464$$

$$10.1877602$$

$$\cot 56^{\circ} 15' = 0,66818$$

$$\text{Nr. } 0,1877602 = 1,54084$$

$$0,87266. = \cot (180^{\circ} - 48^{\circ} 53')$$

$$= \cot 131^{\circ} 07'$$

$$x' = 131^{\circ}. 7'.$$

erhalten.

Der Durchschnitt M'N' liegt demnach so, dass das Loth in der Richtung nach dem entgegengesetzten Salbande, oder von P' nach O', nach der Seite vom Durchschnitte abweicht, auf welcher am Anfahrungspuncte φ' der stumpfe Winkel liegt und auf dieser Seite findet sich auch das andere Gangstück im Liegenden des Verwerfers bei φ .

Von anderen höher oder tiefer gelegenen Puncten sind nur die Durchkreuzungs-Verhältnisse der beiden Gänge nicht genau bekannt; indessen soll an mehreren solchen Puncten die Verwerfung theils geringer sein als in dem eben berechneten Falle, theils auch gar nicht eintreten, je nachdem die Fallungswinkel örtliche Abänderungen erleiden. Die Durchsetzung ist übrigens deutlich beobachtet und es finden dabei weder in der Gangmasse noch in der Mächtigkeit der Gänge wesentliche Aenderungen statt.

Es würde sehr erwünscht sein, wenn noch von anderen höher oder tiefer gelegenen Puncten die Durchsetzungs-Verhältnisse beider Gänge und die

Verwerfung des Reicher-Troster Gangs vollständig und genau bekannt wären; denn hieraus würden neue Bestätigungen der Theorie hervorgehen, indem sich wahrscheinlich nachweisen liesse, dass in den jedesmaligen örtlichen Verschiedenheiten der Fallungs- und Streichungs-Verhältnisse beider Gänge die beobachtete Verschiedenheit der Verwerfung ihre Bedingungen habe.

In den Clausthaler und Zellerfelder Revieren sind Verwerfungen der Erzgänge durch eigentliche Gänge weniger zu erwarten und treten auch wirklich seltener ein, weil die bebauten Gänge und Gangtrümer sich zu Gangzügen vereinigen und sämtlich in einer Hauptstreichungsrichtung fortsetzen. Wenn solche Trümer auch einander zulaufen: so sind sie doch fast immer so gleichartig und zeigen solche übereinstimmende Verhältnisse, dass man sie fast immer für gleichzeitig halten muss und Verschiedenheit der Formation dabei nur selten nachzuweisen sein dürfte. In solchen Fällen, wobei Durchkreuzungen verschiedener Gangtrümer, — es mögen dieselben nun als Trümer in einer mächtigen Hauptgangmasse aufsetzen, oder als abgesonderte selbstständige Gänge durch das Nebengestein hinlaufen, — eintreten, findet doch fast niemals eine eigentliche Durchsetzung statt; d. h. es ist keine Unterbrechung der einen Gangmasse durch die des andern übersetzen-

den Gangs bemerklich, sondern beide Gänge haben vielmehr eine völlig gleichartige Ausfüllung. Dem ungeachtet scheinen jedoch dabei Verwerfungen einzutreten, die sich der Theorie gemäss erklären lassen, wenn angenommen wird, dass beide Gänge gleichzeitig offen gewesen und durch die Bildung der zweiten Gangspalte die erste, noch im Zustande der Offenheit, verworfen worden ist; nachher aber beide gleichartig und gleichzeitig ausgefüllt wurden. Von dieser Art ist, wie ich glaube, die im Nächstfolgenden zu beschreibende Verwerfung.

4) *Gangverwerfung auf der zum Burgstädter Zuge des Clausthaler Reviers gehörenden Grube Margarethe.*

Der zu beschreibende Verwerfungspunct liegt etwa 52 Lachter vom Margarether Schachte gegen Abend. Die dritte Strecke AA (Taf. III. Fig. 5.), die auf einem Gangtrume 53 Lachter unter Tage aufgefahren ist, streicht in der Nähe des Absinkens B, welches unter diese Strecke niedergeht, St. 10. Dieser Strecke correspondiren in der Teufe des Absinkens die Auslängerungsörter A'A' und der Gang, worauf diese und die dritte Strecke, 3 bis 4 Lachter höher, getrieben sind, ist einer und derselbe. Dessen Richtung durchschneidet offenbar das Trum, worauf das Auslängen CC in der dritten Streckensohle getrieben ist, welches St. 7 streicht und mit welchem die Auslängen C'C' in der Tiefe des Gesenks correspondiren. Es ist

hier augenscheinlich, dass der Gang AA den CC, sowohl auf der dritten Streckensohle als auch in der Gelenksohle, von φ nach ψ und von φ' nach ψ' verwirft. Demnach ist hier eine Verwerfung nach der Seite hin, auf welcher am Anfahrungspuncte der stumpfe Winkel liegt. Diess ist auch der Regel völlig gemäss, wonach, wenn ein seigerer Gang einen donlägigern Gang verwirft und beide rechtsinnig sind, die Verwerfung nach der Seite des stumpfen Winkels hin statt findet.

Dass beide Gänge rechtsinnig sind, ergibt sich schon aus der Lage der tieferen Streichungslinien C'C' und A'A' gegen die höheren CC und AA und, dass der Durchsetzer AA der seigerere Gang ist, geht daraus hervor, dass von den für gleiche Teufen sich auf dem Grundrisse darstellenden Sohlen AA' und CC' die erstere, die dem verwerfenden Gange angehört, die kleinere ist.

Dieser Fall scheint mir desshalb vorzüglich merkwürdig, weil er, — indem dabei, wie ich schon angeführt habe, bei Gleichartigkeit der Ausfüllung beider Gänge, keine Durchsetzung anzunehmen sein dürfte, obgleich eine der Theorie gemässe Verwerfung statt findet, — zu der Annahme führt, dass Spaltungen vor ihrer Ausfüllung verworfen worden sind; wodurch wieder die Möglichkeit wechselseitiger Verwerfung zweier Gänge, worauf ich im zehnten Capitel noch einmal zurückkommen werde, theoriegemäss dargethan werden kann.

II. Gangunterbrechung durch einen faulen Gang, oder eine sogenannte Ruschel hervorgebracht.

Das Verhältniss, wovon ich jetzt zu sprechen gedenke, sieht zwar einer Gangverwerfung sehr ähnlich, da jedoch mehrere Umstände dabei eintreten, die gegen die Annahmen streiten, dass der Durchsetzer später entstanden sei als der unterbrochene Gang und dass beide Theile des letztern wirklich vormals mit einander in Verbindung gestanden hätten: so halte ich für erforderlich, das jetzt näher zu beschreibende Verhalten des Samsoner, Gnade-Gotteser und Abendröther Hauptgangs einer Seits, und des Andreas-Creuzer liegenden Trums anderer Seits gegen die Abendröther Ruschel von *unzweifelhaften* Verwerfungen zu unterscheiden. Herr Prof. *Hausmann* *) hat die Ruscheln beschrieben, als »mit einem milden in »Letten übergehenden, dünn- und krummschieferigen Thonschiefer ausgefüllte *Gangklüfte*, welche ein sehr variirendes Streichen und sehr ungleiche Mächtigkeit, aber fast stets eine grössere Donlage als die Erz führenden Gänge haben »und immer durch eine Lettenlage vom Nebengestein abgelöst sind. Selten enthalten sie Gangarten und noch seltener Erze, mit Ausnahme des »Schwefelkieses, der oft in den Gangmassen eingesprenkt liegt. Sie scheinen älterer Formation »zu sein, als die Erze führenden Gänge, indem

*) Hercynisches Archiv B. 1. p. 699.

»sie diese da, wo sie mit ihnen zusammentreffen, abzuheben pflegen.« Herr Schmidt *) hält die Ruscheln für jünger als die Erzgänge. Diesem möchten jedoch die Erfahrungen im St. Andreasberger Reviere widersprechen; da daselbst die Erzgänge auf den mächtigeren Ruscheln gänzlich abheben und da, wo sie sich hinter denselben wieder anlegen, doch Umstände, wie wir sie beschreiben werden, zu beobachten sind, die sich nicht mit der Vorstellung von der Durchsetzung eines ältern Gangs durch einen jüngern vereinigen lassen. Das Verhältniss des Abhebens, — welches ich als diejenige *eigenthümliche* Unterbrechungsart eines Ganges ansehe, wobei die jüngere Gangspalte an der bereits vorhandenen vielleicht unvollkommen ausgefüllten ihre Endigung fand, indem die Spaltungskraft, da der Widerstand mangelte, sich zerschlug und ohne Wirkung blieb, — schliesst indessen nicht aus, dass eine correspondirende Kraft auch jenseits der unterbrechenden Ruschel wirkte und gleichfalls an derselben Unterbrechung die Endigung ihrer Wirkung fand. Bei dieser Annahme würden aber beide correspondirenden Gangspalten im Liegenden und Hangenden der Ruschel dennoch vor einander in der Streichungsrichtung geblieben sein. Beide waren eine Gangspalte, die nur da nicht durchsetzen konnte, wo die spaltende Kraft keinen Widerstand fand und also auch nicht zu wirken

*) Karstens Archiv B. 4. p. 17.

vermochte. Wenn nun aber die weiche Masse der Ruschel Senkungen ihres Hangenden veranlasste, so entstand daraus eine Verschiebung der beiden Gangstücke, die völlig nach demselben Gesetze zu beurtheilen steht, welches für eigentliche Durchsetzungen durch jüngere Gänge und die dabei entspringenden Verwerfungen gilt. Die Senkung des Hangenden konnte sehr wohl durch Abgleitungen auf den mittleren Schichten des faulen Ganges statt finden, so dass selbst die Salbänder ungeändert in ihrer Construction blieben. Aus solchen wiederholten Senkungen in einem und demselben Gange leitet Herr *Schmidt* auch die Spiegelschlechten ab *). Dass diese Vorstellungsart mit den beobachteten Verhältnissen des Abendröther Hauptgangs und des Andreas-Creuzer liegenden Trums gegen die *Abendröther* Ruschel übereinstimmt, wird aus der nähern Beschreibung dieser Verhältnisse hervorgehen.

Die *Abendröther* Ruschel (Taf. IV. Fig. 1 u. 2.) hat eine Mächtigkeit von 4 bis 5 Lachtern, streicht in der St. 8. 4 und verflächt sich unter einem Winkel von 55° gegen Südwest. Sie ist demnach in Hinsicht ihrer Verhältnisse gegen die Lage des Gebirgsgesteins ein Gang, denn sie schneidet dasselbe, welches St. 6. 4 streicht und 75° gegen Süden fällt, sowohl in der Fallungsrichtung als im Streichen. Das innere Verhalten der Ruschel

*) *Karstens* Archiv B. 4. p. 52.

ist im Allgemeinen dasselbe, wie es Herr Professor *Hausmann* von den St. Andreasberger Ruscheln beschrieben hat. An diese Ruschel setzt auf der Sohle des dritten Strassen-Ortes südlich vom Abendröther Schachte (Taf. IV. Fig. 1.) der Abendröther Gang — welcher an Gangarten vorzüglich Kalkspath von eisenschüssigem Ansehen mit Höhlen und mit Klüften, worin sich Haarkies findet, Quarz, meist zerfressen und schwammig, selten Kreuzstein, an Erzen aber vorzüglich grossblättrigen Bleiglanz, bisweilen Magnetkies, Rothgiltigerz, dunkles und fahles, selten Arsenik- und Spiessglanzsilber, Fahlerz, Federerz und strahliges Grauspiessglanzerz enthält — in seiner vollen Mächtigkeit von $\frac{3}{4}$ Lachter in dem Streichen St. 10. 2. und mit einem nordöstlichen Fallen von 80° heran, schleppt sich östlich gewendet 8—10 Lachter lang am Liegenden der Ruschel hin und spitzt sich bis zu einer kaum bemerklichen Kluft aus. An verchiedenen Puncten dringt seine Masse zwischen die der Ruschel ein, wie auch die Zeichnung versinnlicht. In dieser Sohle hat übrigens der Gang den höchst erfreulichen Anblick eines reichen Anbruchs von Rothgiltigerz und wenigem Antimonial-Silber gewährt, wobei die Hauptausfüllung aus kurzblättrigem Kalkspath, der nicht von Quarz begleitet wurde, bestanden hat. Auf höheren Puncten, auf der ersten und zweiten Abendröther Strassen-Orte hat sich der Gang gleichfalls mit der Ruschel in ähnlicher Art, wie

eben beschrieben, geschleppt, aber reiche Erze haben sich daselbst nicht gefunden.

Das liegende Trum der Grube *St. Andreaskreuz* kommt in derselben Sohle 160 Lachter unter Tage auf der siebenten *Andreas-Creuzer* Strecke in Stunde 11. 4 gegen das *Hangende* der *Abendröther* Ruschel heran und schleppt sich westlich gewendet 8 bis 10 Lachter lang, von *c* bis *d*, am Hangenden der Ruschel. Auch bei diesem Schleppen dringt die Masse, wie die Zeichnung versinnlicht, in die Ruschel in Trümchen ein. Der *St. Andreas-Creuzer* Gang ist zwar in seiner Ausfüllung mit dem *Abendröther* nicht völlig übereinstimmend, indessen auch nicht davon so verschieden, dass beide in Ansehung der Formationen als verschieden betrachtet werden müssten. Die hauptsächlichsten Gangarten sind auch hier Kalkspath und Quarz und es ist auch Kreuzstein und Zeolith auf der Grube *Andreas-Creuz* vorgekommen. Auch traubiger Analzim hat sich hier gefunden, welchen der Herr Bergprobirer *Bauersachs* anfänglich für *Botryolith* glaubte ansprechen zu dürfen, nachmals aber für Analzim erkannte. An Erzen sind zu nennen, Bleiglanz, vorzüglich feinkörniger, Fahlerz, Rothgiltigerz, Spiessglanzsilber und selten Arsenik. Fahlerz hat sich auch auf der Schlepungs-Distanz gefunden.

Dass die Ruschel schon vorhanden war, als die Spaltungen der beiden Gänge entstanden, muss

wohl angenommen werden, denn ohne diese Annahme lässt sich das Anlegen und Eindringen der Gänge an und in die Ruschel nicht erklären. Von einer eigentlichen Durchsetzung der Ruschel durch die Gänge hindurch kann offenbar nicht die Rede sein; aber dennoch von einer Verwerfung. Denn wenn wir annehmen dürfen, beide Gänge gehören in Rücksicht der Bildung ihrer Spalten zusammen: so entsteht die Frage, weshalb ihre Streichungslinien am Hangenden und Liegenden der Ruschel nicht Verlängerungen von einander sind und der eine Gang von *c* nach *a* (Fig. 1. Taf. IV.) von dem andern seitwärts liegt. Der Verwerfungstheorie gemäss lässt sich diess leicht beantworten, sobald nur angenommen wird, dass, nachdem die Gangspalten entstanden waren, auf der Ruschel noch Senkungen nach der Fallungsrichtung statt fanden; denn dieser Annahme gemäss liegen die beiden Gänge einander wechselseitig auf der Seite, wo sich am Anfahrungspuncte der spitze Winkel findet. Noch mehr findet diese Ansicht Bestätigung durch das Verhalten der beiden Gänge gegen die Ruschel an anderen tiefer gelegenen Puncten. Auf der Abendröther sechzehnten oder der St. Andreas - Creuzer achten Strecke (Fig. 2. Taf. IV.) 180 Lachter unter Tage, setzt der Andreas - Creuzer Gang mit voller Mächtigkeit an das Hangende der Ruschel heran, ohne sich damit zu schleppen; der Abendröther Gang kommt aber nur in einer geringen Schnur bis an das Liegende der Ruschel heran. Jedoch auch

hier zeigt sich dasselbe Verhältniss, dass nämlich beide Gänge einander um die Entfernung *ac* seitwärts liegen und zwar jeder auf der Seite des andern, auf welcher am Anfahrungspuncte der Ruschel der spitze Winkel befindlich ist. Noch tiefer herein soll der Andreas-Creuzer Gang, wenn auch mit veränderter Mächtigkeit, an die Ruschel heransetzen; aber der Abendröther Gang hat schon 30 — 40 Lachter im Liegenden der Ruschel sein Ende erreicht. Von einer eigentlichen Durchsetzung kann also, ich wiederhole es nochmals, hier nicht die Rede sein, da vielmehr die Ruschel nur die ununterbrochene Fortsetzung der Gangspalte verhindert und durch nachher entstandene Senkungen, die auf ihren Klüften statt fanden, die Verwerfung der beiden abgesonderten Theile der Gangöffnung bewirkt zu haben scheint. Also wäre demnach in diesem Falle Verwerfung ohne *wahre* Durchsetzung vorhanden.

III. Von den Verwerfungen, Unterbrechungen und Ablenkungen der Gänge durch Steinscheidungen oder Schlechten, eigentliche Geschiebe und Klüfte.

Die eben angegebenen Benennungen werden nicht immer genau unterschieden und daher auch nicht zur Bezeichnung verschiedener Erscheinungen gebraucht. Es scheint mir aber um so mehr nothwendig, mit jeder einen bestimmten Begriff zu verbinden, da in der Natur die Gegenstände, denen diese Benennungen beigelegt werden, von

verschiedener Art sind und jede daher auch eine eigenthümliche Bezeichnung in der Sprache verdient. Unter Steinscheidungen oder Schlechten verstehe ich nämlich die Schichtungsklüfte, wodurch neben einander liegende gleichartige oder ungleichartige Gesteinschichten so von einander getrennt sind, dass kaum von einer Oeffnung die Rede sein kann; und insbesondere ist die Benennung Schlechte zu gebrauchen, wenn die Schichtungsflächen eben und glatt sind.

Unter Geschiebe hingegen sind sehr gering mächtige Gebirgsschichten zu verstehen, die ein Lettenbesteg und überhaupt eine milde Ausfüllung haben; hier in unserm Gebirge zwischen Grauwacke geschichtet aus mildem Thonschiefer, der nicht wesentlich von dem übrigen Thonschiefer des Gebirgs verschieden ist, bestehen und oft spiegelflächige Ablösungen an ihrem Hangenden und Liegenden zeigen. Von den faulen Gängen sind sie durch ihre Streichungs- und Fallungsverhältnisse hinreichend unterschieden; da sie in dieser Hinsicht überall nicht den Character der Gänge besitzen, sondern vielmehr den von Schichten, die gleichförmig mit den übrigen Gebirgsschichten gelagert sind. Als Gänge können sie nach meiner Meinung vielleicht nur insofern angesprochen werden, als sie Spiegelflächen am Hangenden und Liegenden zeigen und Lettenbestege haben.

Die Benennung Kluft wird zwar im allgemeinen Sinne zur Bezeichnung jeder Spaltung im Gestein gebraucht und selbst auf ausgefüllte Spalten von geringer Mächtigkeit, also auf Gänge, übertragen. Diese allgemeine Bedeutung mag ihr auch immerhin bleiben; aber im engeren Sinne möchte ich hier nur Gesteinstrennungen darunter verstehen, die weder der Schichtungsrichtung des Gesteins, noch auch überall der Structur desselben conform sind, sondern quer durch dasselbe hindurch laufen und keinen Parallelismus unter sich zeigen. Ich spreche nun zunächst

a) von Gangverwerfungen durch Gesteinscheidungen.

Diese kommen im St. Andreasberger Revier nicht selten vor, aber ich kann noch nicht mit Ueberzeugung sagen, dass dabei das aufgestellte Gesetz für die Wiederausrichtung verworfener Gänge ohne Ausnahme Bestätigung findet; da ich von solchen Fällen noch keine hinreichend genauen Aufnahmen habe erlangen können. Das Verhalten des St. Andreas-Creuzer Gangs gegen ein ihn abhebendes so genanntes festes Geschiebe scheint bei dem ersten Anblicke hierher zu gehören. Es ist dieses Abheben des Ganges auf der siebenten St. Andreas-Creuzer Strecke, 145 Lachter unter Tage und 27 Lachter südöstlich vom Hauptschachte entfernt, so wie auch 157 Lachter tief und 30 Lachter nach derselben Weltgegend hin vom Hauptschachte entfernt, beobachtet wor-

den. Die Richtung der übersetzenden Kluft (AB. Fig. 3 und 4. Taf. IV) ist allerdings von der Art, dass sie für eine Gesteinskluft gelten muss, denn sie streicht St. 6. 3 und 6. 4, während in der Nähe das Streichen des Thonschiefers in St. 6. 2 und 6. 4 beobachtet ist. Das Fallen ist mit dieser Ansicht zwar nicht völlig übereinstimmend, da die Thonschieferschichten im St. Andreasbergischen gewöhnlich eine Neigung von 75° südlich gegen den Horizont haben, während das Fallen des sogenannten festen Geschiebes nur 50° beträgt. Wenn indessen bedacht wird, dass in der Grösse des Fallungswinkels häufig schnelle Veränderungen eintreten: so möchte ich wegen der eben bemerkten Abweichung doch die übersetzende Kluft für nichts anders als eine Gesteinscheidung oder Schichtungskluft halten. Die durch die Kluft bewirkte Unterbrechung des Ganges stimmt aber durchaus nicht mit der Verwerfungstheorie überein, und es wird überhaupt zweifelhaft, ob hier von einer Gangverwerfung die Rede sein kann. Denn die Gänge auf beiden Seiten der Kluft zeigen in ihrer Form und Lage völlig verschiedene Verhältnisse. Der Gang CD (Fig. 3.) fällt im Liegenden der Kluft südwestlich ein, der DE im Hangenden der Kluft fällt aber nordöstlich. Bei dem tiefern Durchschnitt (Fig. 4.) zeigt der Gang CD nordöstliches Einfallen, der DE aber in allen seinen Trümmern südwestliches, so dass es überhaupt unthunlich erscheint, die auf beiden Seiten an die Kluft heransetzenden Gänge als Theile eines und des-

selbigen Ganges zu erkennen. Ich wage keine Erklärung dieser Abweichungen und habe die That-
sachen nur vorlegen wollen, um zu der Bemerkung
Gelegenheit zu erhalten, dass die Gültigkeit der
Theorie nicht in Fällen erwartet werden darf, wo
die abgehobenen Gänge nicht als Theile von ein-
ander angesehen werden können, welches hier
offenbar, wegen der Verschiedenheit des Fallens
und wegen der grossen Verschiedenheit der Gang-
figuren im horizontalen Durchschnitte, nicht ge-
schehen kann. Vielleicht gibt diese Bemerkung
Veranlassung künftig solche Erscheinungen, die
nicht zu den Gangverwerfungen gehören, strenger
davon zu unterscheiden, als es bisher geschehen.
Nichts kann der Naturforschung nachtheiliger sein,
als wenn theoretische Sätze auf Erscheinungen
angewendet werden, die von denen, wofür sie
gelten und deren Gesetzmässigkeit sie angeben,
wesentlich verschieden sind.

Damit will ich jedoch nicht ausgesprochen
haben, dass durch Gesteinscheidungen keine Gang-
verwerfungen sollten entspringen können, und
ich beabsichtige vielmehr darüber noch nähere
Untersuchungen anzustellen, wozu die Grube *An-
dreaskreuz* zu St. Andreasberg vorzüglich gute Ge-
legenheit darbietet. So viel sollte nur hier erhel-
len, dass nicht jede Abhebung eines Gangs eine
Verwerfung bedinge und dass, wenn Gänge von
verschiedener Lage und Beschaffenheit von zwei
Seiten her an eine Kluft heransetzen, wovon sie

abgehoben werden, solche Verhältnisse nicht als Unterbrechungen eines und desselbigen Gangs zu betrachten sind, mithin auch die Verwerfungstheorie keine Anwendung auf sie leidet.

b) Verwerfungen oder Ablenkungen und Schleppungen an Geschieben,

Bei den Geschieben, wie sie auf der Grube *Alter-Segen* vielfältig zu beobachten sind, findet das eigenthümliche Verhältniss statt, dass der Gang sich an der übersetzenden Thonschiefer- und Lettenschicht, die nur einige Zoll Mächtigkeit hat, schleppt und durch sie hindurch läuft, *wie es mir scheint*, ohne Unterbrechung zu erleiden.

1.

Dieses Verhältniss zeigt sich bei einem Trume, welches mit dem Rabenstollen-Querschlag, der vom Altensegener Schachte nach dem *liegenden Alten-Segen* führt, überfahren ist. Dieser Querschlag ist nämlich auf dem *Geschiebe* getrieben und es kann deutlich wahrgenommen werden, dass das Stunde 4. 2 streichende mit Letten ausgefüllte Geschiebe (AB Fig. 5. Taf. IV.), das an der einen Seite an einer völlig glatten Gesteinsablösung liegt, die Ursache der Wendung des Gangs von C nach D sei, der fast seigeres Fallen hat, während das Geschiebe ziemlich dasselbe Fallen zeigt. Ziehen wir das Fallen von dem Gangstück DF im Liegenden, welches $= 80^\circ$ gefunden ist,

während das des Geschiebes 85° beträgt, in Betracht; so muss die Verwerfung nach der Seite des stumpfen Winkels am Anfahrungspuncte D geschehen sein, auf welcher sich auch bei C wirklich der Gang wieder in seine Stunde richtet. Diesemnach könnte also die Richtung, in welcher sich der Gang am Geschiebe schleppt, nach der Theorie, die für eigentliche Gangdurchsetzungen gilt, beurtheilt werden. Wäre freilich das Geschiebe im Hangenden bei C angefahren worden und müsste man wirklich das Fallen des Gangs, wie es sich an einzelnen Stellen ergibt, zu 90° annehmen: so würde hier ein Widerspruch gegen die Theorie entstehen. Wir dürfen aber annehmen, dass derselbe höchstens 88° betrage, da das Trum rechtfallend bleibt. Wollen wir die Lage des Durchschnitts (CN Fig. 5. Taf. IV.) bestimmen: so ist

$$\cot x (= \cot NCE) = \cot 78^\circ 45' - \frac{\operatorname{tg} 88^\circ \cdot \cot 85^\circ}{\sin 78^\circ 45'}$$

woraus die Rechnung:

$$\begin{array}{r} \log \operatorname{tang} 88^\circ = 11,4569162 \\ \log \cot 85^\circ = 8,9419518 \\ \hline 20,3988680 \\ \log \sin 78^\circ 45' = 9,9915739 \\ \hline 10,4072941 \end{array}$$

$$\text{Nr. } 0,4072941 = - 2,55443$$

$$\cot 78^{\circ} 45' = 0,19891$$

$$- 2,35552 = \cot (180^{\circ} - 23^{\circ} - .)$$

$x = 157^{\circ}$. findet.

Da nun φ oder der Winkel $BCE = 78^{\circ} 45'$: so bleibt $x - \varphi = 78^{\circ} 15'$. und das Loth CO fällt also auf die Seite, wo am Anfahrungspuncte bei C der stumpfe Winkel liegt, nach welcher Seite hin sich auch der Gang am Geschiebe schleppt.

2.

Auf dem Rabenstollen in der Nähe des Alten-Segener-Tageschachtes ist ein ganz ähnliches Geschiebe zu bemerken. Der Gang setzt ohne Erz vom Schachte etwa $\frac{3}{4}$ Lachter mächtig in Spathtrümmern heran und spitzt sich vor dem Geschiebe bis zu einem Trum von einigen Zollen Mächtigkeit aus, welches sich (bei A Fig. 6. Taf. IV.) an das Geschiebe in St. 4. 4. anlegt und mit demselben 5 Lachter lang schleppt. Darauf durchsetzt der Gang, wie es scheint, (bei B) das Geschiebe, indem er sein vorhinniges Streichen in Stunde 9. 6 wieder annimmt, nachdem ihm (bei T) noch ein Trum zugelaufen. Das Geschiebe, welches unter 80° nach Südost fällt, ist dasselbe, an dessen Schlechte der Rabenstollenquerschlag in das Liegende aufgefahren ist. Das Fallen des Gangs ist auf beiden Seiten des Geschiebes nicht gleich,

im Liegenden beträgt dasselbe 85 bis 88°, im Hangenden aber 75°. Für beide Fallungs-Winkel ergibt sich indessen, dass das Schleppen, wenn es nach der Theorie der Verschiebungen beurtheilt wird, nach der Seite des stumpfen Winkels statt finden müsse, wie es sich auch in der Natur zeigt.

3.

Noch deutlicher lässt sich das Verhalten der sogenannten Geschiebe auf dem dritten Altensegener hangenden Trume auf mehreren unter einander gelegenen Puncten beobachten. Auf der neuen Strecke 71 Lachter unter Tage (Fig. 7. Taf. VI.) und auf der Rasendammer Strecke 95 Lachter unter Tage (Fig. 8. Taf. VI.) stellt sich die Wirkung eines und desselben Geschiebes (AB und A'B') ziemlich übereinstimmend dar und ebenso gleichförmig bleibt das Verhältniss an anderen Puncten, wo dasselbe Geschiebe angefahren worden. Der Gang ist hier auch in der Schleppungsdistanz edel, so dass Bau darauf geführt wird. Merkwürdig ist es übrigens und sehr wohl zu beachten, dass bei diesen Geschieben dem Gange auf der Schleppungslänge auf der einen Seite Trümmer zulaufen, die auf der andern nicht vorhanden sind. Es wird jedoch dadurch nicht verhindert, dass die Schleppung nach der Regel der Gangverwerfung vor sich geht, wie sich auch in den angeführten beiden Fällen (Fig. 7 und 8) zeigt. Es ist nämlich hier das in St. 4. 1 und St. 3 streichende

70 bis 80° südöstlich fallende Geschiebe, — bei rechtsinnigem Fallen gegen die Gangtrümer, die Stunde 8 bis 9. 6 streichen und unter 65° südwestlich einfallen, — seigerer fallend, als die Gangtrümer und muss also die Verschiebung, oder hier die Schleppung, der Theorie gemäss, nach der Seite des stumpfen Winkels bewirken.

Es fragt sich nun, wie es zu erklären steht, dass die Theorie hier Anwendung findet, die doch eigentlich nach den bisherigen Voraussetzungen nur da eintreten kann, wo ein durchsetzter Gang verworfen wird. Hier aber wird, wie es scheint, der durchsetzende verworfen, wenn wir das Schleppen als eine Verwerfung beurtheilen. Die Erklärung kann nach meiner Ansicht völlig genügend dadurch gegeben werden, dass die Gänge, welche durch die weiche Masse der Geschiebe als offene Spalten hindurchsetzten, im Zustande der Offenheit verworfen worden sind; indem Senkungen des Hangenden auf dem übersetzenden Geschiebe in der Richtung des Einfallens desselben eintraten. Der Gang hatte das Geschiebe durchschnitten und während der durch die Senkung des Hangenden des Geschiebes entstehenden Seitenbewegung des in seinem hangenden Gestein befindlichen Theils der Gangspalte, bildete sich auch auf dem Geschiebe selbst eine Oeffnung, schon dadurch, dass die durch die Durchsetzung auf dem Kreuze gebildete gleichfalls seitwärts geschoben wurde. Hoffentlich wird diese Erklärung zugleich das betref-

fende Gangverhältniss veranschaulichen und die gegebene Beschreibung so wie auch die bildlichen Darstellungen (Taf. IV. Fig. 5. 6. 7. 8) ergänzen. Dass auf der Schleppungsdistanz der Gang in Trümmern (TT' Fig. 8) an das Geschiebe herankommt, die nachher zu einem Trum vereinigt im Hangenden des Geschiebes fortsetzen, stimmt nicht weniger mit dieser Annahme überein, als dass (Fig. 7) von dem ungetheilt heran gekommenen Gange im Hangenden des Geschiebes Trümer (TT') von der Schleppung ablaufen, von welchen sich jedoch das eine (T') bald wieder auskeilt. Und ebenso ist es mit der gegebenen Erklärung übereinstimmend, oder doch nicht im Widerspruche damit, dass, nachdem sich die Gangtrümer bereits wieder in ihre Stunde eingerichtet, das Schleppen also aufgehört hat, doch noch (bei L Fig. 7 und 8) die Gangmasse mit dem Geschiebe auf eine kurze Distanz fortsetzt. Denn wenn die noch *offene* Gangspalte durch die auf dem Geschiebe vor sich gehende Senkung verschoben wurde, sollten alsdann nicht sehr leicht noch Nebenspalten haben entstehen können? Während sich durch diese Verschiebung der das Geschiebe durchsetzenden Spalte *auf* oder *an* demselben eine Oeffnung bilden musste, konnte ferner diese sehr leicht noch in einer kurzen Distanz weiter fortlaufen, als die Schleppung der Gangspalte selbst. Alles dieses ist so einfach und natürlich, dass die Gesetzmässigkeit, die sich bei den Geschieben der Alten-Segener Gänge zeigt, nicht befremden kann und

der Gedanke, dass Gangspalten während ihrer Offenheit haben verworfen werden können, dürfte als eine wesentliche Ergänzung der bisherigen Gangverwerfungs-Theorie anzunehmen sein.

Wenn nun alle Räume, der Gangraum selbst, so wie auch die, welche sich durch den Vorgang der Verschiebung bildeten, gleichzeitig offen gedacht werden können: so leidet es keinen Zweifel, dass sie auch von derselben Masse gleichzeitig ausgefüllt werden konnten, wie dieses bei völliger Gleichartigkeit der Ausfüllungsmasse nicht füglich anders anzunehmen ist.

4.

Als eine ganz besondere Erscheinung, die bisweilen bei Geschieben im hiesigen Rosenhöfer Grubenreviere eintritt, glaube ich noch erwähnen zu müssen, dass vor einer Geschiebekluft, die Gangtrümer gleichsam keilförmig, eine grössere Mächtigkeit erlangen, in dieser Mächtigkeit durch das Geschiebe abgeschnitten werden und sich alsdann seitwärts wieder anlegen. Dieses Verhalten stellt sich auf der Grube *Silbersegen* auf dem Bau unter dem tiefen Stollen dar. Der Gang (AB Fig. 9. Taf. IV) läuft mit zunehmender Mächtigkeit (BC) an das Geschiebe (GS) heran, wird durch dasselbe, nach der Seite, auf welcher der spitze Winkel am Anfahrungspuncte liegt, verworfen und legt sich bei D wieder an. Diess ist der an-

genommenen Theorie völlig gemäss. Denn der Gang (AB) streicht Stunde 8. $3\frac{1}{2}$ r. und fällt südwestlich unter 74° , während das Geschiebe St. 5. $4\frac{1}{2}$ r. streicht und unter 62° südlich fällt. Das Fallen ist demnach rechtsinnig und der Durchsetzer der flacher fallende Gang. Die Berechnung muss also zeigen, nach welcher Seite hin das Loth von dem Durchschnitte abweicht. Nach den eben gemachten Angaben ist der Streichungswinkel $\varphi = 43^\circ 7'$ und der Winkel x , wodurch die Lage des Durchschnitte DM gegeben wird, ist zu bestimmen. Nun wird

$$\cot x = \cot 43^\circ 7' - \frac{\operatorname{tg} 74^\circ \cot 62^\circ}{\sin 43^\circ 7'}.$$

woraus die Rechnung

$$x = 148^\circ 42'$$

ergibt, so dass also das Loth (DO) innerhalb dieses Winkels bleibt, indem $45^\circ 7' + 90 = 135^\circ 7'$. Das Loth (DO) weicht also nach der Seite hin vom Durchschnitte (MD) ab, auf welcher am Anfahrungs-puncte der spitze Winkel liegt und auf dieser Seite legt sich auch (bei C) der unterbrochene Gang wieder an. Ganz ähnlich würde das Resultat ausfallen, wenn das Geschiebe vom Liegenden her bei B angefahren worden wäre.

5.

Dass solche Geschiebe nicht immer Verwerfungen hervorbringen, jedoch Veranlassung zur

Veränderung des Streichens der Gänge geben, lässt sich aus dem Verhalten des dritten Alten-segener hangenden Trums auf der Luttenstrecke östlich vom Querschlage wahrnehmen; woselbst, wie auch die Abbildung (Taf. IV. Fig. 11.) zeigt, das Stunde 4. 2. streichende und 69° östlich einfallende Geschiebe GF den Stunde 7. $5\frac{1}{2}$ streichenden und unter $67\frac{3}{4}^\circ$ rechtsinnig mit dem Geschiebe fallenden Gang ED von D nach C unseren Regeln gemäss verworfen hat; während das Geschiebe ML bei demselbigen Streichen und Fallen nur eine Wendung des Gangs bei B veranlasst zu haben scheint, den es nach meiner Meinung, obgleich die Beobachtung darüber unsicher ist, durchsetzt, indem der Gang davor abhebt und hinter ihm wieder anfängt. Schon diess Verhalten, wonach die Geschiebe Veränderung des Streichens der Gänge veranlasst zu haben scheinen, möchte berechtigen, sie für älter als die Gänge zu halten und nur als Gesteinschichten von besonderer Natur zu betrachten, die eben dadurch, dass sie der spaltenden Kraft einen andern Widerstand als die übrigen Gebirgsschichten entgegensetzten, auch zu abweichender Richtung der entstehenden Spaltung Veranlassung geben konnten; besonders alsdann, wenn diese vor ihnen aufhörten und hinter ihnen wieder fortsetzten, in ähnlicher Art wie wir zur Erklärung des Verhaltens des Abendröther und St. Andreas-Creuzer Ganges gegen die Abendröther Ruschel angenommen haben. Dass durch eine solche Unterbrechung eine Strei-

chungsveränderung des unterbrochenen Gangs nothwendig nach bestimmten Gesetzen bedingt sei, lässt sich indessen bislang noch nicht nachweisen, da die bedingenden Umstände nicht vollständig bekannt sind. Deshalb ist es jetzt noch als zufällig zu betrachten, dass ein Gang sein Streichen hinter einem Geschiebe verändert, oder in seiner Stunde bleibt; wie denn auch wirklich bald der eine bald der andere Fall eintritt.

6.

Wie durch mehrere übersetzende Geschiebe die Gangverhältnisse oft verwickelt werden und dabei von eigentlichen Verwerfungen nicht die Rede sein kann, dazu gibt das Verhalten des dritten Altensegener hangenden Trums auf der Rasendammer Strecke, etwa 10 Lachter östlich vom Querschlage, einen Beleg. Es setzen daselbst zwei Geschiebe (AB und CD Fig. 10. Taf. IV.) über, wovon das eine Stunde 2. 3 und das andere St. 3. 5 $\frac{1}{2}$ streicht. Ihr östliches Fallen beträgt 82° und 78°. Die verschiedenen Gangstücke haben sämmtlich ein Streichen in St. 8. 1 und ein südwestliches Fallen von 67 $\frac{3}{4}$ °. Dass hier die Geschiebe keine Verwerfungen hervorbringen und die beobachteten Verhältnisse anderer Art sind, lässt sich leicht darthun. Bei ML läuft der Gang mit vermehrter Mächtigkeit an das Geschiebe heran, hebt aber davor ab, setzt nur mit geringer Mächtigkeit hinter demselben wieder auf und wird nochmals

von dem Geschiebe CD durchsetzt, ohne eine bedeutende Veränderung zu erleiden, obgleich er überall auf dieser Seite nicht weit mehr fortzusetzen scheint. Das Gangtrum FE kommt mit seiner gewöhnlichen Mächtigkeit an das Geschiebe CD heran und wird davon abgehoben. Man könnte zwar glauben, das Stück OM sei dazu gehörig und der durch das Geschiebe CD verworfene Theil des Trums FE. Da aber das Gangstück OM wahrscheinlicher als die Fortsetzung von dem Gange GO, oder MLN zu betrachten ist: so müssen wir wohl die Vermuthung einer Verwerfung aufgeben. Das Trümchen KJ ist unbedeutend und mit den übrigen Gangtrümmern gleichartiger Natur. Es keilt sich bald wieder aus und hat mit den Verhältnissen, welche durch die Geschiebe hervorgebracht werden, keinen Zusammenhang. Uebrigens unterstützt das Verhalten des Gangs gegen die beiden Geschiebe AB und CD die Ansicht, dass dieselben vorhanden waren, als die Gangspalten entstanden und die Veranlassung zu deren Unterbrechung und theilweisen Erweiterung, wie bei ML, wurden.

c) Verwerfung durch eine Gangkluft.

Eine solche Verwerfung möchte die sein, welche bei dem liegenden Altensegener Gang auf dem Rabenstollen 110 Lachter vom jetzigen Tageschacht entfernt, wahrzunehmen ist. Die Kluft (AB Fig. 12. Taf. IV.) streicht St. 2. 3 und fällt westlich unter 85° , während der Gang CD und EF unter 70 bis

75° gegen Südwest fällt und in Stunde 10. 2 streicht. Es ist also rechtsinniges Fallen vorhanden und da die durchsetzende und verwerfende Kluft seigerer fällt als der Gang: so hat die Verwerfung der Theorie gemäss nach der Seite des stumpfen Winkels geschehen müssen, wie sie auch in der Natur statt findet. Die Kluft ist übrigens nicht mit einem Geschiebe zu verwechseln, da ihr die Ausfüllung davon fehlt und auch ihre Fallungsrichtung gegen Westen mit der Annahme, dass sie eine Schichtungskluft sei, in Widerspruch stehen würde, da das Fallen der Gebirgsschichten in der Nähe des Rosenhöfer Zugs stets südlich oder südöstlich gerichtet ist. Das Streichen ist auch nicht mit dem gewöhnlichen Gesteinstreichen conform, indessen solche Abweichungen treten auch wohl bei Geschieben und eigentlichen Schichtungsklüften bisweilen ein.

Zehntes Capitel.

Bestätigung der Theorie durch Nachweisung ihrer Uebereinstimmung mit einigen in auswärtigen Bergwerksgegenden bekannten Gangverhältnissen, und von der Möglichkeit doppelter Gangverwerfungen.

Aus auswärtigen Bergwerksrevieren sind mir nur wenige Gangverhältnisse, die sich auf Durchsetzungen und Verwerfungen beziehen, so vollständig bekannt geworden, dass ihre Beurtheilung nach der Theorie genügend geschehen kann. Einige wenige geben indessen so sehr derselben entsprechende Resultate, dass ich sie nicht unerwähnt lassen mag, und ihnen soll insbesondere dieses Capitel gewidmet sein.

1.

Eine bekannte Verwerfung ist die des Kupferkieslagers, worauf die Kongens-Grube bei Röraas

baut. Die Angabe vom Herrn Prof. *Hausmann* *) darüber folgt hier:

»Kongens-Grube liegt $\frac{5}{4}$ Meile nordwestlich
»von Röraas. Das Kupferkieslager, worauf sie
»baut, fällt südwestlich ein gegen den Gebirgs-
»abhäng. Es ist bei einer Mächtigkeit von etwa
»einem Lachter auf 400 Lachter dem Streichen
»und 20 bis 50 Lachter dem Fallen nach aufge-
»schlossen. Das Erzlager wird von einer Thon-
»kluft durchsetzt, welche von Nordost nach Süd-
»west streicht, gegen Nordwest fällt und eine
»verschiedene, wohl bis zu $\frac{1}{2}$ Elle erweiterte
»Mächtigkeit hat. Das Erzlager wird dadurch
»5 bis 6 Lachter tief verworfen.«

Wenn man annehmen darf, dass diese Angaben völlig genau sind, so folgt aus dem südwestlichen Einfallen des Lagers ein Streichen desselben von Südost nach Nordwest, da die Fallungsrichtung immer rechtwinklicht auf der des Streichens steht. Das Streichen der Thonkluft von Nordost nach Südwest ist alsdann rechtwinklicht gegen die Streichungslinie des Lagers gerichtet und bei dem Fallen dieser Kluft nach Nordwest ist es leicht ersichtlich, dass die Verwerfung des Lagers der Theorie gemäss im Hangenden der Kluft in das Liegende des Lagers statt finden musste. Ob die Bemerkung des Herrn Prof. *Hausmann*, das Erz-

*) Reise durch Skandinavien. Thl. 5. p. 277 und 278.

lager werde durch die Kluft 5 bis 6 Lachter tief verworfen, mit dieser Ansicht übereinstimmt; lässt sich freilich nicht vollständig beurtheilen, da nicht gesagt ist, ob die Verwerfung vom Hangenden oder Liegenden der Kluft her angegeben worden; denn der Theorie gemäss kann die Verwerfung nur am Hangenden der Kluft ins Liegende des Lagers gehen, d. h. am Hangenden der Kluft muss das Lager tiefer liegen. Wäre aber die verwerfende Kluft am Hangenden angefahren und sollte das verworfene oder vielmehr das der Theorie gemäss in seiner ursprünglichen Lage gebliebene Stück des Lagers aufgefunden werden: so würde dasselbe höher d. h. im Hangenden des Lagers zu suchen sein.

Genauere Angaben habe ich durch einen Riss, worin das Streichen und Fallen der Gänge aufgetragen ist, über einige Gangverhältnisse der Grube Himmelsfürst bei Freiberg erhalten.

2.

Der Verborgten-Flache verwirft (bei A Fig. 1. T. V) den Dorotheer-Stehenden *ein* Lachter weit ins Hangende. Diess ist völlig der Theorie gemäss; denn der Dorotheer-Stehende streicht St. 2 bis 3 und fällt südöstlich, während der Verborgten-Flache in St. 9 streicht und 50 bis 55°, oder nach *Mohs* *) 70°, südwestlich einfällt. Beide Gänge

*) Beschreibung des Grubengebäudes Himmelsfürst ohnweit Freiberg im Sächsischen Erzgebirge. Wien 1804. p. 60.

fallen also widersinnig und die Verwerfung muss der Theorie gemäss auf der Seite des spitzen Winkels am jedesmaligen Anfahrungspuncte liegen. Diess ist auch der Fall, wie der Riss zeigt.

3.

Der *Hoffend-Glück-Stehende* und *Flache* Gang, der auf unserm Risse auch *Jupiter-Stehender* heisst, wird durch den *Neuglucker-Spat* verworfen. Ohne Zweifel bezeichnen jene beiden Benennungen dieselbe Lagerstätte, die *Mohs* *) unter der Benennung *Hoffentlich-Stehende* und *Flache Gänge* aufführt. Er bemerkt, dass dieser Gang allen übrigen Himmelsfürster Gängen gegen Morgen liege; mit dem *Teichflächen* ziemlich gleiches Streichen habe und von dem *Neuglucker-Spate* durchsetzt werde. Diess zeigt auch der Riss (bei B Fig. 1. Taf. V.) und zur Beurtheilung dieser Verwerfung ergeben sich folgende Elemente. Der *Hoffend-Glück-Stehende* und *Flache* streicht St. 12 bis 1 und fällt 75 bis 80° westlich. Der *Neuglucker-Spat* streicht St. 7 bis 8 und fällt 60° südlich. Die Gänge fallen demnach rechtsinnig und der Verwerfer ist der flachere Gang.

Der spitze Streichungswinkel (φ) ergibt sich aus den Streichungsstunden = 75° und wir erhalten also:

$$\cot x = \cot 75^\circ - \frac{\operatorname{tg} 60^\circ \cdot \cot 75^\circ}{\sin 75^\circ}$$

*) A. a. O. p. 90.

Hieraus ergibt die Rechnung:

$$\begin{array}{r} \log \operatorname{tg} 60^{\circ} = 10,2385606 \\ \log \cot 75^{\circ} = 9,4280525 \\ \hline 19,6666131 \\ \log \sin 75^{\circ} = 9,9849438 \\ \hline 9,6816693 \end{array}$$

$$\text{Nr. } 0,6816693 - 1 = 0,48047 \text{ und}$$

$$\begin{aligned} \cot x &= \cot 75 - 0,48047 = 0,26794 - 0,48047 \\ &= -0,21253 = \cot (180 - 78^{\circ}). \end{aligned}$$

$$x = 102^{\circ}.$$

Dieser Winkel bestimmt demnach die Lage des Durchschnitts (MN) so, dass das Loth (OP) nach der Seite davon abweicht, auf welcher der stumpfe Winkel am Anfahrungspuncte liegt und auf welcher sich auch in 6 Lachter Entfernung der unterbrochene Gang wieder findet.

4.

Mohs *) gibt an, dass der Neuglucker-Spat den Dorotheer Stehenden verwerfe und selbst wieder von einer stehenden Kluft verworfen zu sein scheine, von welcher mit Wahrscheinlichkeit angenommen werden könne, dass sie in den Trümmern des Dorotheer-Stehenden fortgehe. Die Durchsetzung des Neuglucker-Spats dürfte also als entschiedene Beobachtung festgestellt sein. Nach unserm Risse ist indessen eine Verwerfung (bei C Fig. 1. Taf. V.) nicht vorhanden und kann der Theorie gemäss auch unter den im Risse verzeichneten Winkelgrössen nicht eintreten. Wenn

*) A. a. O. p. 42.

also Verwerfung beobachtet worden ist: so mag diese partiell in Teufen statt gefunden haben, wo die Streichungs- und Fallungs-Verhältnisse der Gänge von den Angaben unseres Risses abweichen und auf die sich also der uns vorliegende Riss nicht beziehen kann. Aus der Bemerkung, dass der verwerfende Gang selbst wieder von einer Kluft verworfen zu werden scheine, die dem verworfenen Gange als Fortsetzung angehört, werde ich am Schlusse dieses Capitels noch zu einer Entwicklung über die Möglichkeit doppelter Gangverwerfungen Veranlassung nehmen. Vorerst bleibe ich bei Betrachtung der Durchsetzung des *Dorotheer-Stehenden* durch den *Neuglucker-Spat*.

Der (bei C Fig. 1. Taf. V.) vom Neuglucker Gang durchsetzte Dorotheer-Stehende streicht St. 2 bis 3 und fällt 80 bis 85° östlich, während der Neuglucker Gang St. 7 bis 8 streicht und 60° südwestlich einfällt. Der spitze Streichungswinkel (φ') beider Gänge ist also = 75° und es wird, wenn wir aus dem Fallen von 80 bis 85° des durchsetzten ein Fallen von 81½° annehmen:

$$\cot x = \cot 75^\circ - \frac{\operatorname{tg} 60^\circ \cdot \cot 81\frac{1}{2}^\circ}{\sin 75^\circ}$$

Hieraus ergibt die Rechnung:

$$\begin{array}{r} \log \operatorname{tang} 60^\circ = 10,2385606 \\ \log \cot 81\frac{1}{2}^\circ = 9,1744988 \\ \hline 19,4130594 \\ \log \sin 75^\circ = 9,9849438 \\ \hline 9,4281156 \end{array}$$

$$\text{Nr. } 0,4281156 - 1 = 0,26798.$$

also $\cot 75^\circ - 0,26798 = 0,26794 - 0,26798 = 0,00004$;
woraus $\cot x = 0$ also

$$x = 90^\circ \text{ folgt.}$$

Wenn aber $x = 90^\circ$ gefunden wird, so ist die Richtung MN des Durchschnitts beider Gangflächen übereinstimmend mit der Richtung des Loths auf dem Verwerfer und es kann demnach keine Verwerfung eintreten; wie denn solche auch der Riss nicht zeigt.

Da die Verwerfung durch den *Neuglucker-Spat* bei dem Hoffend-Glück-Stehenden (bei B) der Grösse nach bekannt ist: so muss auch aus den Winkelverhältnissen der drei betreffenden Gänge und aus der Grösse der bekannten Verwerfung zu beurtheilen sein, wie gross bei der Durchsetzung des Dorotheer-Stehenden durch den Neuglucker-Spath (bei C) die Verwerfung der Theorie gemäss sein könnte, wenn eine solche Verwerfung vorausgesetzt und übrigens auch angenommen würde, dass die Senkung des Hangenden des Durchsetzers an beiden Durchsetzungspuncten gleich gross geblieben sei. Zu dieser Beurtheilung dient die oben, *Capitel 7*, gefundene Formel:

$$L' = \frac{\sin \varphi (\cot A \cos \varphi' - \cot B')}{\sin \varphi' (\cot A \cos \varphi - \cot B)} \cdot L,$$

woraus die zu suchende Grösse der Verwerfung (bei C Fig. 1. Taf. V.) d. h. für den vorliegenden Fall:

$$L' = \frac{\sin 75^\circ (\cot 60^\circ \cos 75^\circ - \cot 81\frac{1}{2}^\circ)}{\sin 75^\circ (\cot 60^\circ \cos 75^\circ - \cot 75^\circ)} \cdot 6$$

folgt.

Hieraus ergibt die Rechnung:

$$\log \cot 60^\circ = 9,7614394$$

$$\log \cos 75^\circ = 9,4129962$$

$$19,1744356$$

$$\text{Nr. } 0,1744356 - 1 = 0,149429$$

$$\cot 81\frac{1}{2}^\circ = 0,149451$$

$$\text{Den Werth des Zählers} = -0,000022$$

und ferner erhalten wir durch die Rechnung:

$$\cot 60^\circ \cdot \cos 75^\circ = 0,149429$$

$$- \cot 75^\circ = 0,267949$$

Den Werth des Nenners = $-0,118520$. Demnach ist

$$L' = \frac{-0,000022}{-0,118520} \cdot 6 = 0,0111 \text{ Lachter und beträgt}$$

also keinen Zoll. Mithin ergibt auch diese Berechnung, dass in dem vorliegenden Falle eine Verwerfung überhaupt nicht statt finden oder doch nur *sehr* unbedeutend sein könne.

5.

Als Anhang zu diesem Capitel habe ich nun noch die Frage zu erörtern, ob die doppelte Verwerfung, welche Herr Prof. *Mohs* der obigen Anführung nach anzunehmen scheint, unserer Theorie gemäss völlig genügend erklärt werden kann. Unter der Benennung *doppelte* Gangverwerfung verstehe ich die Erscheinung, welche aus einer wechselseitigen Verwerfung der beiden sich kreuzenden Gänge entspringt. In der Natur bin ich auf dieses Verhältniss zuerst durch einen meiner hiesigen Herrn Collegen aufmerksam gemacht

worden, und habe daraus auch erst eigentlich verstehen lernen, was Herr Prof. *Mohs* damit hat sagen wollen, dass der *Dorotheer-Stehende*, indem er durch den *Neuglucker-Spat* verworfen wird, selbst wieder durch eine zu ihm gehörende Kluft den letztern zu verwerfen scheine. Es sind jedoch nur Handstufen aus den hiesigen Gängen, woran ich das besprochene Verhältniss bis jetzt in der Natur selbst wahrgenommen habe. An einem Stücke Grauwacke vom Rosenhöfer Zuge, welches ich besitze und habe abbilden lassen (Taf. VI. Fig. 4.) lässt sich dieses Verhältniss am vollkommensten wahrnehmen; indem der mächtigere Gang (*bb*) unverkennbar durch den weniger mächtigen *a*, *a* verworfen worden, ebensowohl aber auch die Verwerfung des letztern sichtbar ist. Ein ähnliches Verhältniss zeigt sich auch an einem andern Gangstücke, welches ich besitze und gleichfalls (Taf. VI. Fig. 1.) habe abbilden lassen. Obgleich Handstücke wegen der Willkührlichkeit der Lage, in die sie gebracht werden können, überall nicht zur Bestätigung unserer Theorie dienen; so mag doch hier zur Erläuterung derselben noch bemerkt werden, dass die Verwerfungen an den beiden erwähnten Gangstücken ihr völlig gemäss erscheinen. Denn während in dem einem Stücke (T. IV. 4.), worin beide Gangtrümchen rechtfallend sind, der flächere Gang (*aa*) den seigerern (*bb*) nach der Seite des spitzen Winkels verwirft, wird er von diesem nach der Seite des stumpfen Winkels verschoben. Eben so übereinstimmend mit der Theorie

verwerfen sich die beiden widersinnig fallenden Gangtrümchen in dem andern Stücke (Taf. VI. Fig. 1.) gegenseitig nach der Seite des spitzen Winkels.

Die Erklärung dieser Erscheinung ist der Theorie gemäss nur möglich, wenn angenommen wird, dass die Gangräume im Zustande der Offenheit durch wechselseitige Senkung des Hangenden der beiden Gänge verworfen worden sind. Diess hat mein schon erwähnter Herr College durch eine Art perspectivisch grundrisslicher Zeichnungen dargestellt, die ich erläutern werde. Die Annahme, dass die Gangverwerfungen überall durch die Senkung des Hangenden der Gänge hervor gebracht werden, erhält nach meiner Meinung auch durch die Beobachtung doppelter Verwerfungen, wobei jedoch eigentliche Durchsetzungen nicht statt finden können, eine neue Bestätigung. Eine wesentliche Verschiedenheit der Ausfüllungsmasse habe ich bisher im Gesteine bei Gangtrümchen, die sich wechselseitig verwerfen, nicht wahrgenommen. Fände sie statt, so würde freilich die Erklärung davon schwierig sein; da, wenn beide Gänge gleichzeitig offen waren, auch ihre Ausfüllung gleichzeitig erfolgt und eine Verschiedenheit der Masse kaum zu erwarten sein dürfte. Doch nur bei Befolgung *Wernerscher* Ansicht über die Ausfüllung der Gänge könnte dieser Zweifel von besonderer Wichtigkeit sein und da wir hier überall uns nicht auf die Ursachen der Gangausfüllung einlassen, sondern nur von Verhältnissen

der Gangräume sprechen: so können wir ihn um so mehr unerörtert lassen, da er ohnehin noch nicht durch bestimmte Beobachtungen erregt worden ist.

Wie diese doppelten Verwerfungen entspringen, will ich nun durch Erläuterung der mir mitgetheilten Zeichnungen (Taf. V. Fig. 2. 3. 4 u. 5.) näher darzuthun versuchen.

Zuerst sind rechtfallende Gänge (Fig. 2) vorausgesetzt, die sich durchkreuzen und die in ihrer Offenheit durch die Kanten dargestellt worden sind, welche das Zusammentreffen der die Oeffnungen einschliessenden Flächen und der Horizontalebene bildet. Die erste Darstellung (Fig. 2. A.) zeigt diese Räume, als sie noch keine Verwerfung erlitten hatten. Indem nun aber angenommen wird, dass das Hangende des Ganges in der Fallungsrichtung nieder gesunken und dadurch die Punkte cd nach $c'd'$ (Fig. 2. B.) gekommen seien, während das Liegende in Ruhe geblieben (und also auch seine Punkte ab , die in dem tiefer angenommenen Durchschnitte (Fig. 2. B.), wo sie durch $a'b'$ bezeichnet sind, ihre ungeänderte Lage beibehalten haben): so ergibt sich, dass nunmehr, insofern cc' und bb' nicht parallel sind, die beiden Gangstücke (o und p) in derselben Horizontalfläche nicht mehr in *einer* geraden Linie liegen können, sondern (wie o' und p') verworfen sein müssen. Bei der in der Zeichnung angenommenen Lage der Flächen konnte das Gangstück o nur ins Lie-

gende zurücktreten. Jetzt ist also die erste Verwerfung (Fig. 2. B.) dargestellt. Die zweite ergibt sich durch das dritte Bild (Fig. 2. C). Indem nämlich jetzt das Liegende des Ganges $o'p'$ in Ruhe bleibt, sind auch die Ecken b' und d' in ihrer Lage unveränderlich d. h. sie sind in einem tiefern Durchschnitte durch die Lage der Kanten, wodurch sie gebildet werden, wieder bestimmt und sie stellen sich daher bei b'' und d'' dar. Die Punkte c' und a' haben hingegen durch die Senkung des Hangenden des Ganges $p'o'$, wodurch sie nach c'' und a'' gekommen, ihre Lage gegen die übrigen Punkte so verändert, dass nun auch das Gangstück m'' mit dem n'' nicht in einer Ebene liegt. Demnach stellt also nun die Zeichnung (Fig. 2. C.) eine doppelte Verwerfung rechtsinniger Gänge dar; wobei einmal die Verwerfung auf der Seite des stumpfen und einmal auf der Seite des spitzen Winkels liegt. Wir wollen jetzt nur noch bemerken, wie aus der gegebenen Darstellung und Zeichnung hervorgeht, dass der Punct b überall keine Senkung erlitten und auf die tieferen Durchschnitte in seiner ursprünglichen übertragen worden ist; dass aber c eine zweifache Senkung erlitten hat, indem es sich einmal mit d und das andere Mal gemeinschaftlich mit a senkte, die beide nur eine Senkung erlitten haben. In einem horizontalen Durchschnitte werden die Gänge, die auf die eben nachgewiesene Art verworfen worden sind, nach ihrer Ausfüllung, sich etwa wie in Fig. 4 darstellen, worin die Punkte $abcd$

übereinstimmend mit der Bezeichnung der Fig. 2 angegeben sind. Dasselbe Verhalten zeigt sich auch in der Abbildung des Gangstücks Fig. 4. Taf. VI; indem daselbst gleichfalls der mächtigere Gang nach der Seite des spitzen Winkels, der weniger mächtige Gang aber nach der Seite des stumpfen Winkels verworfen wird. Die Winkelverhältnisse beider Gänge sind indessen andere, als bei der Darstellung Fig. 2. Taf. V angenommen worden.

Die zweite Nachweisung über die Möglichkeit doppelter Gangverschiebungen gibt die Fig. 3. Taf. V. unter der Annahme, dass beide Gänge widersinnig fallen. Bei A sind die beiden Gangöffnungen (mn und op) in ihrer unverrückten Lage gegen einander gezeichnet. In der Fig. 3. B aber ist angenommen, dass das Hangende des Ganges mn sich gesenkt habe und also die Punkte c und d sich in c' und d' darstellen, während die a , b in ihrer Lage geblieben und nur auf eine tiefere Horizontalebene bezogen in a' und b' abgebildet worden sind. Da nun die Linien der Senkung (cc' und dd') nicht parallel mit denen bb' aa' sind, welche die Lage des Durchschnitts der beiden Gangöffnungen darstellen: so können nunmehr die beiden Gangstücke c' und p' (Fig. 3. B) nicht mehr in einer und derselben Ebene liegen und das Stück o' ist offenbar in das Liegende des Stücks p' gerückt. Hierdurch zeigt sich die erste Gangverwerfung, nach welcher die Gangstücke auf die Seite des spitzen Winkels am Anfahrungs-

puncte des Verwerfers $m'n'$ verworfen sind. Indem sich nun aber auch das Hangende des Ganges $o'p'$ oder vielmehr der beiden getrennten Gangstücke in der Richtung des Fallens senkt, bewegt sich d' nach d'' (Fig. 3. C.), so dass die Gangöffnung $m''n''$ dadurch von d'' bis a'' geschlossen, gleichsam ab- oder zgedrückt wird. Sobald dieses geschehen, ist eine weitere Senkung nicht denkbar. Aber das Hangende b' des Gangstücks p' senkt sich auch und dadurch wird das Stück $b'n'$ der Gangöffnung $m'n'$ in der Richtung des Fallens des Gangs $p'o'$, die von dem Durchschnitte der beiden Gangöffnungen abweicht, in sein Liegendes geschoben, so dass nun das Gangstück n'' (Fig. 3. C.) mit dem m'' gleichfalls nicht mehr in einer Ebene liegt. Auf diese Weise sind die beiden Gangstücke m'' und n'' nur noch durch die Kluft $a''d''$ mit einander im Zusammenhang, während das eine m'' mit dem Gangstück o'' und das andere n'' mit dem Gangstück p'' des andern Gangs verbunden ist. Die Gänge werden daher nach ihrer Ausfüllung einen horizontalen Durchschnitt zeigen, wie ihn die Fig. 5. Taf. V. darstellt, worin die Punkte (a, b, c, d) wieder übereinstimmend mit denen Fig. 3. A B und C bezeichnet sind. Es scheint hier, als habe man zwei Gänge, die ohne sich zu durchsetzen, gegen einander laufen und alsdann, ohne sich zu berühren, in zwei Haken wieder von einander ablaufen. Bei solchen Verhältnissen ist es leicht möglich, dass die Bergleute, indem sie einen Gang in

seinen Wendungen zu verfolgen glauben, einen andern bebauen als früher, und den Gang, worauf sie früher vielleicht edle Anbrüche fanden, ohne solche zu ahnen, verlassen. Das eben erörterte Verhältniss stellt sich auf der Handstufe dar, die Taf. VI. Fig. 1. abgebildet worden ist; und will ich nur noch anführen, dass es von der Grösse der Senkung abhängen wird, ob sich die Gangöffnung von a'' bis d'' (Fig. 3. C.) völlig schliesst.

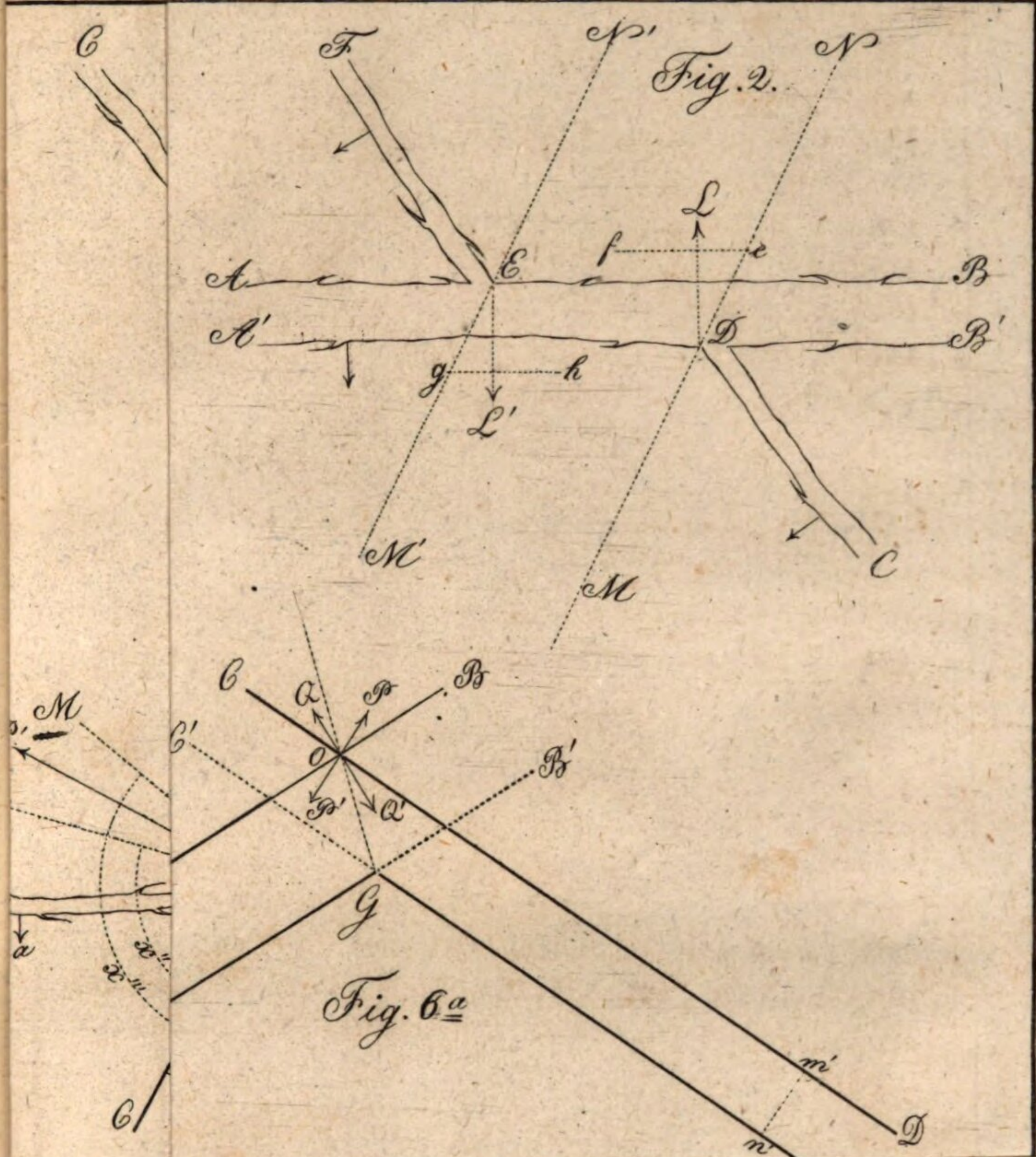
Es verdient nach allen diesen Erläuterungen kaum noch bemerkt zu werden, dass die Regeln, die für die einfachen Verwerfungen gelten, auch auf die doppelten angewendet werden können. Bei rechtsinnigem Fallen, insofern der seigerere Gang der Verwerfer ist, muss jedesmal die eine Verwerfung nach der Seite des stumpfen Winkels hin Statt finden; insofern aber auch der flachere Gang ein Verwerfer ist, kann die zweite Verwerfung entweder nach der Seite des stumpfen oder nach der Seite des spitzen Winkels geschehen sein. Bei widersinnigem Fallen endlich sind beide Verwerfungen nach der Seite des spitzen Winkels anzunehmen. Damit sind die *drei* möglichen Fälle erschöpft; wonach also entweder beide Verwerfungen nach der Seite des stumpfen Winkels, oder beide nach der Seite des spitzen Winkels vorgegangen sind, oder endlich die eine nach der Seite des spitzen und die andere nach der Seite des stumpfen Winkels statt findet.

Nur die beiden letzteren Fälle habe ich im Vorstehenden näher nachgewiesen und über den ersten will ich daher jetzt noch bemerken, dass ich ihn an Handstücken bisher nicht deutlich habe auffinden können, wovon die Ursache zum Theil daher rühren mag, dass in diesem Falle die zweite Verwerfung niemals grösser als die ganze Gangmächtigkeit sein kann, und der eine Gang auf dem Durchsetzungspuncte nur mehr oder weniger verdrückt erscheint, mithin die Verwerfung weniger bemerkbar wird. Die Fig. 6. Taf. V. stellt diess Verhältniss in einem horizontalen Durchschnitte dar. Der weniger mächtige zuerst verworfene Gang NN' ist augenscheinlich nach der Seite des stumpfen Winkels verworfen; der mächtigere Gang MM' aber ist nicht völlig unterbrochen, sondern von a bis b auf eine geringere Mächtigkeit verdrückt, und seine Verwerfung von c nach d , also nach der Seite des stumpfen Winkels, ist nicht völlig so gross als seine Mächtigkeit. Sie könnte höchstens seiner ganzen Mächtigkeit gleich kommen, wenn von a bis b sich sein Hangendes völlig an das Liegende heran geschoben hätte, und er also völlig abgehoben wäre oder nur noch in einer Kluft fortsetzte.

D r u c k f e h l e r.

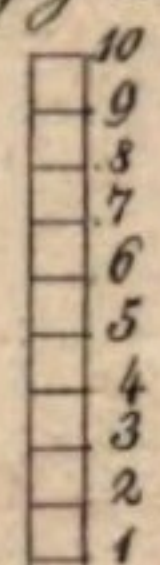
Seite 9	Zeile 6	v. o. st.	abgelösste l. abgelöste.
» 19	» 5	v. o. »	Lachter in l. Lachter, in
» 20	» 10	v. o. »	$56\frac{1}{2}^{\circ}$; l. $56\frac{1}{2}^{\circ}$.
» 24	» 5	v. o. »	Vermuthugen l. Vermuthungen
» 34	» 13	v. u. »	diese l. Diese.
» 38	» 4	v. u. »	BO.' l. BO
» 47	» 4	v. u. »	JB der l. JB in der
» 49	» 3	v. u. »	M l. M'
» 53	» 7	v. o. »	2) »Bei l. 2) »bei
» 53	» 3	v. u. »	3) »Der l. 3) »der
» 54	» 13	v. o. »	4) »Dass l. 4) »dass
» 55	» 13	v. u. »	$= \varphi 70^{\circ}$ l. $= \varphi = 70^{\circ}$
» 74	» 10	v. o. »	X. l. x
» 83	» 10	v. o. »	$\frac{\text{Sin. } (70^{\circ} - 35^{\circ})}{\text{Sin. } (70^{\circ} - 35^{\circ})}$ l. $\frac{\text{Sin } (70^{\circ} - 35^{\circ})}{\text{Sin } (70^{\circ} + 35^{\circ})}$
» 84	» 15	v. o. »	$\alpha < \beta$ l. $\alpha > \beta$
» 86	» 4	v. u. »	(O) l. (C)
» 87	» 13	v. o. »	$x\varphi$ l. $x - \varphi$
» 87	» 17	v. o. »	KCD. l. KCB
» 87	» 4	v. u. »	tang A. Sin. α l. tang A. Sin. x
» 88	» 9	v. u. »	KCÄ l. KCA.
» 93	» 13	v. o. »	$17^{\circ} 38'$ l. $97^{\circ} 38'$
» 101	» 4	v. o. »	$72^{\circ} 13' 12''$ l. $72^{\circ} 13'. 2''$.
» 102	» 10	v. o. »	cot. l. cot. B
» 105	» 8	v. u. »	(DCE Fig. 1 a) l. (DCE' Fig. 1 a)
» 107	» 8	v. u. »	cos. A. cos. φ . ctg B. Sin. A l. cos A cos $\varphi =$ colg. B. Sin. A.
» 107	» 3	v. u. »	$\frac{\text{cos. } \varphi}{0}$ l. $\frac{\text{Sin. } \varphi}{0}$
» 108	» 3	v. u. l.	H. $\left(\frac{\text{cos. A. cos. } \varphi + \text{ctg B. Sin A}}{\text{Sin. } \varphi} \right)$

Seite 111	Zeile 1	v. u.	st.	$180^\circ - \beta$	l.	$180^\circ - \beta'$
» 113	» 8	v. u.	»	$= 1$	l.	$- 1$
» 120	» 4	v. o.	»	Lucian	l.	Luciae
» 130	» 4	v. o.	»	$03\frac{3}{4}^\circ$	l.	$93\frac{3}{4}^\circ$
» 130	» 9	v. u.	»	9,	l.	0,
» 134	» 12	v. o.	»	seien,	wenn l. seien,	oder, — wenn
» 135	» 9	v. u.	»	1) Dass	l.	1) dass
» 135	» 2	v. u.	»	2) Dass	l.	2) dass
» 144	» 1	v. o.	»	Gang —	oder l. Gang —	und
» 153	» 3	v. o.	»	$78^\circ 45' + L$	l.	$78^\circ 45' - L$
» 154	» 13	v. o.	»	$= \log. \sin. 60^\circ$	l.	$— \log. \sin. 60^\circ$
» 157	» 1	v. u.	»	$\cot. 70^\circ$	l.	$\cot. 77^\circ$
» 159	» 14	v. o.	»	Berührung	l.	Berechnung
» 162	» 13	v. u.	»	nur	l.	uns
» 163	» 4	v. o.	»	nachweisen	l.	nachweisen
» 164	» 8	v. u.	»	Auslängerungsörter	l.	Auslangungs- örter
» 169	» 4	v. o.	»	Strassen-Ortes	l.	Strossen-Ortes
» 169	» 3	v. u.	»	der	l.	dem
» 178	» 15	v. o.	»	derselbe	l.	dasselbe
» 200	» 9	v. u.	»	ursprünglichen übertragen	l.	ur- sprünglichen Lage übertragen
» 203	» 4	v. o.	»	solche	l.	solches
» 101, 103, 126, 127, 130, 153.				ist statt L das Winkel- zeichen (L) zu setzen.		



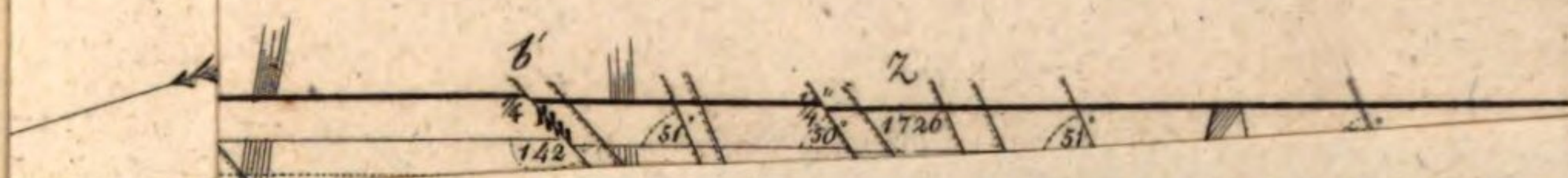
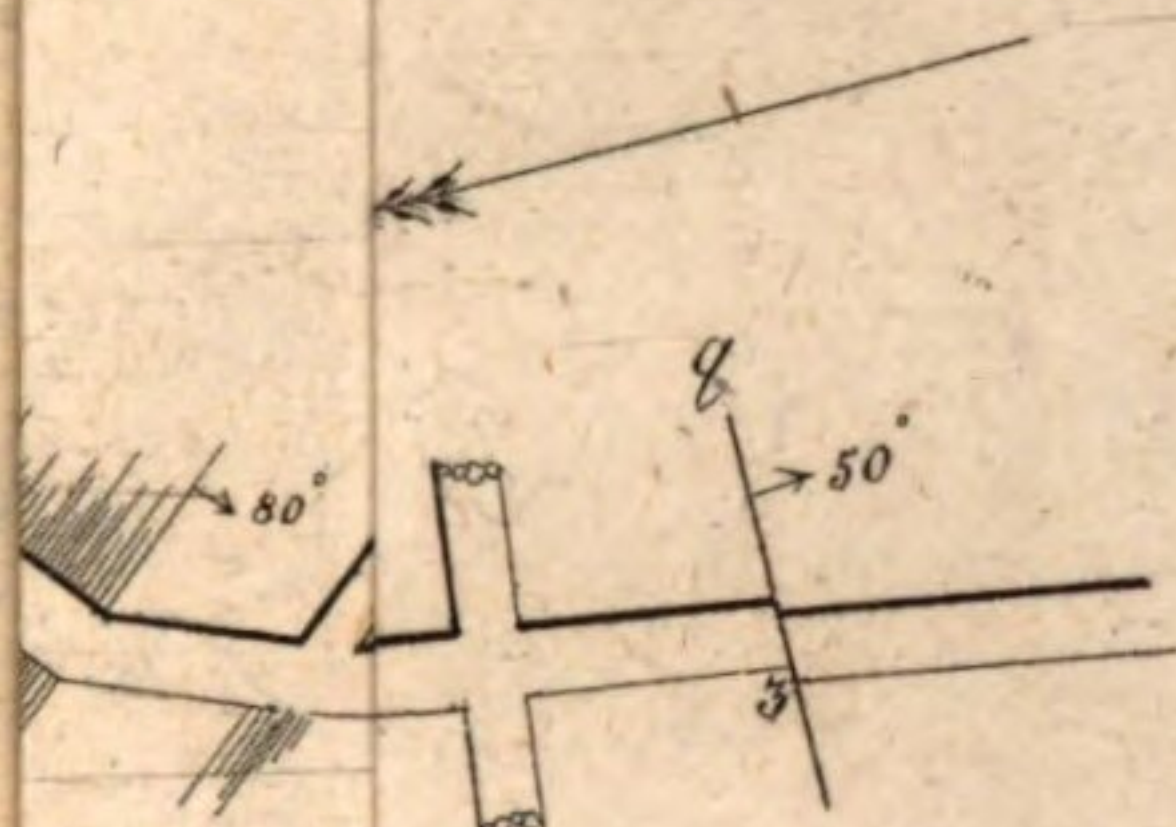
Sopn

Maafstaf

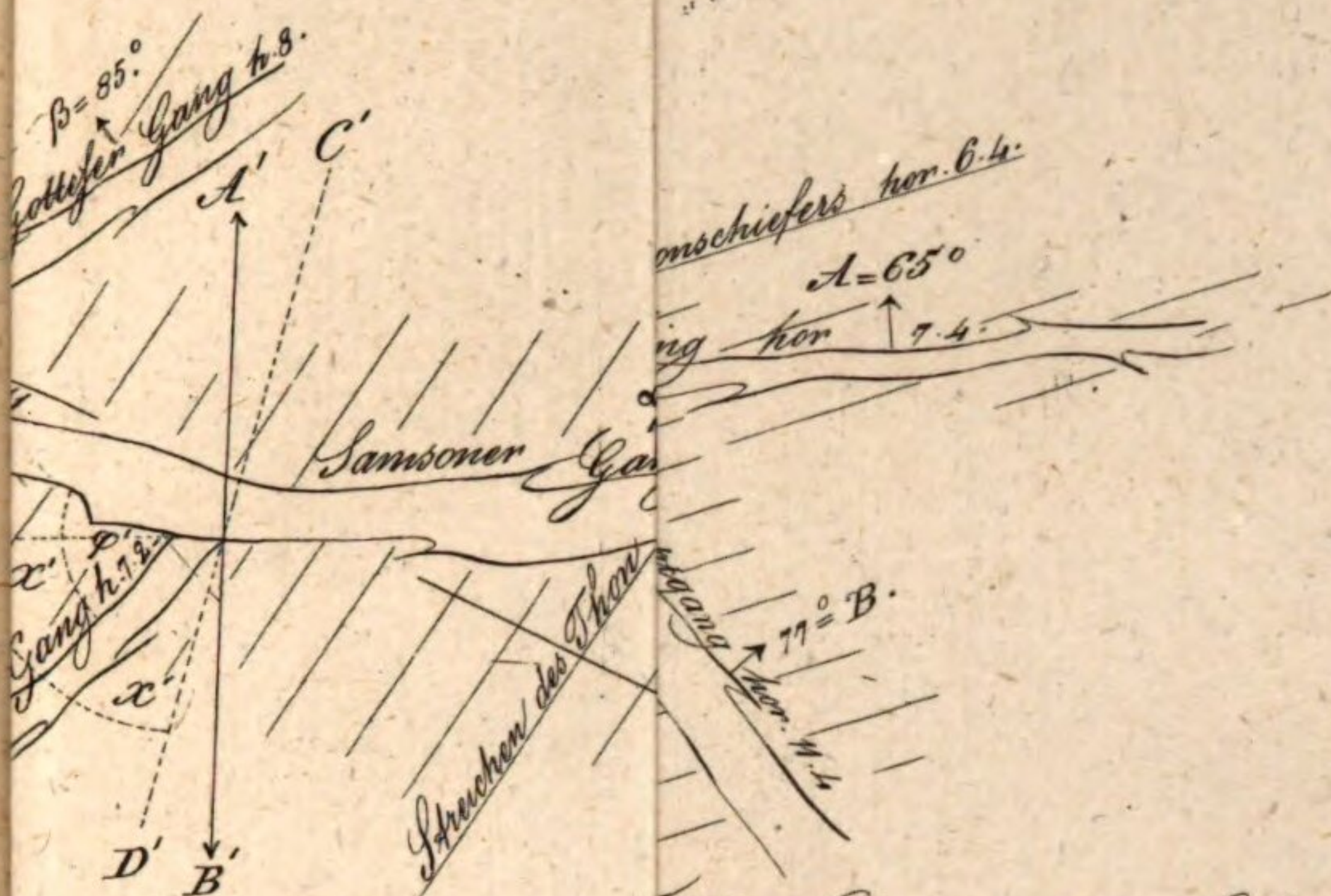


10

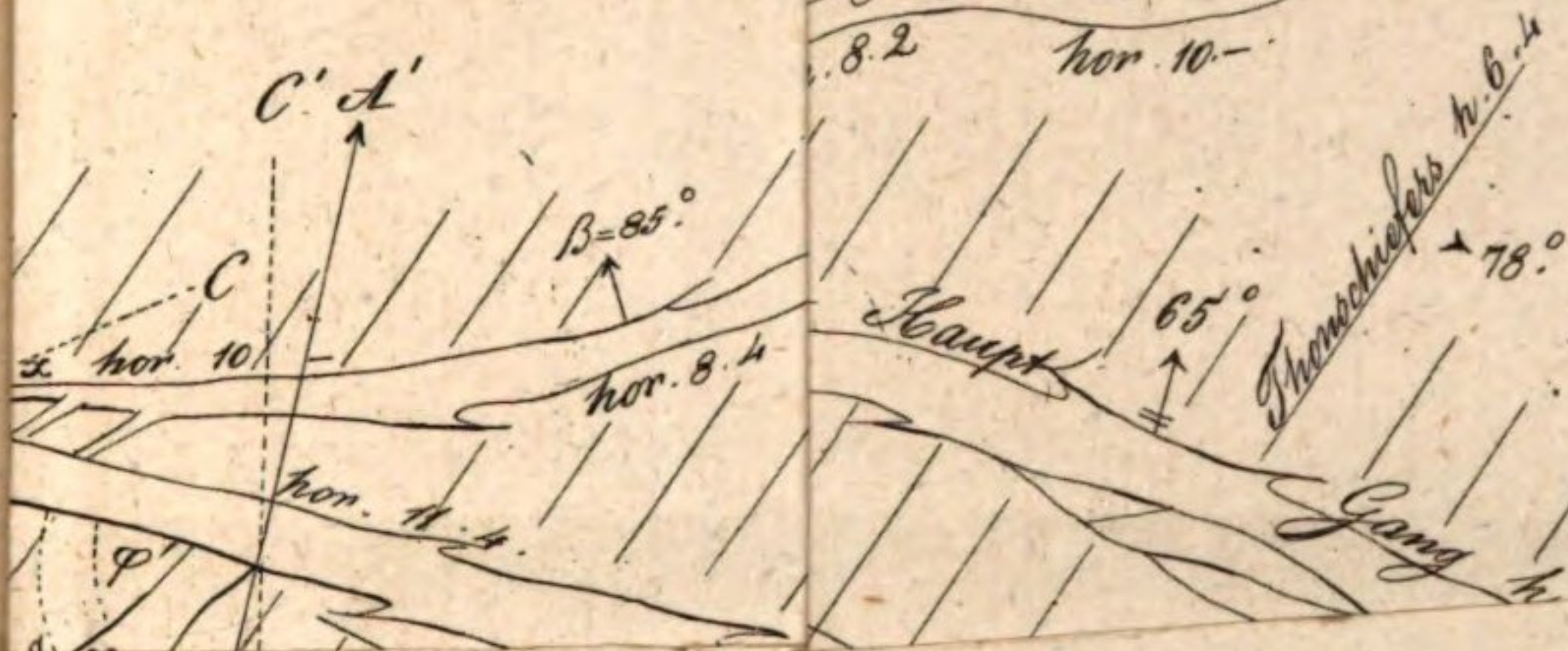
20 Lachter



18ten Strecke, in 182 Lac Ganges auf der 2ten Bergmannstrost.
84 Lth. Tiefe.

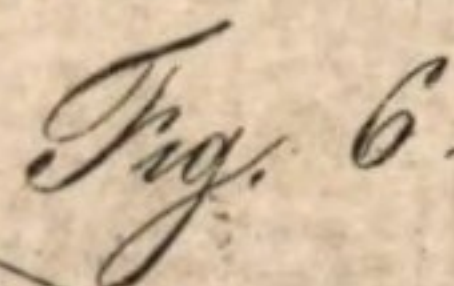
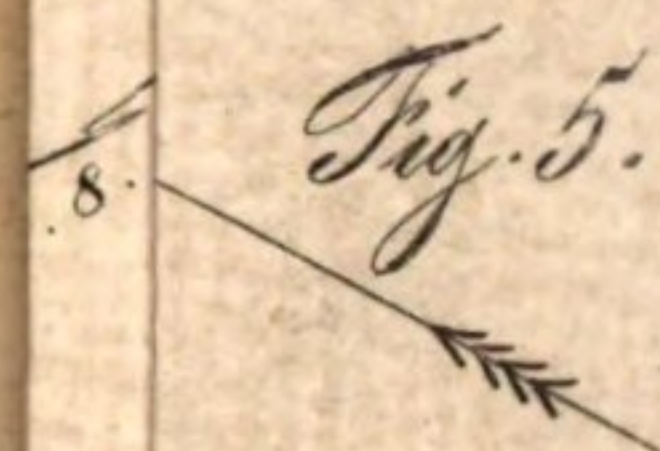
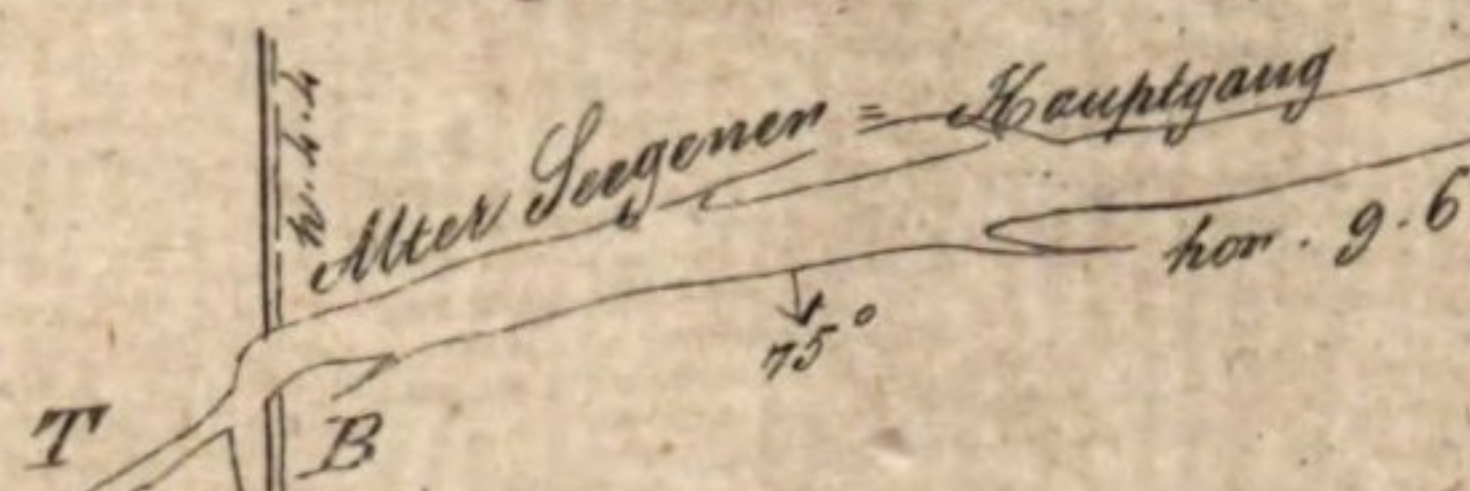
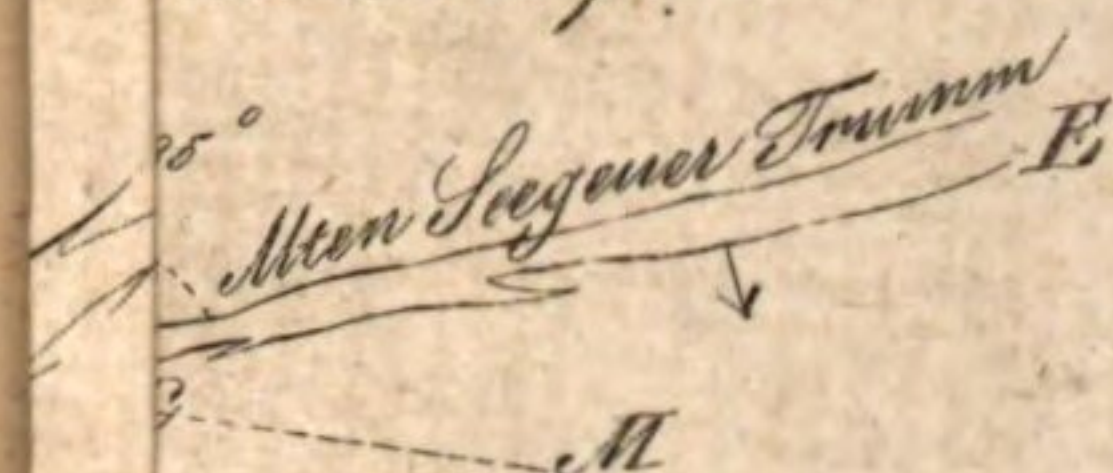


18ten Strecke, in 200-fter Ganges auf dem Grunturschler-
Silberner Bähr



abschalten, Seegener Trummes
2. ten etwa 60 Lachter vom Alten,
Schachte entfernt.

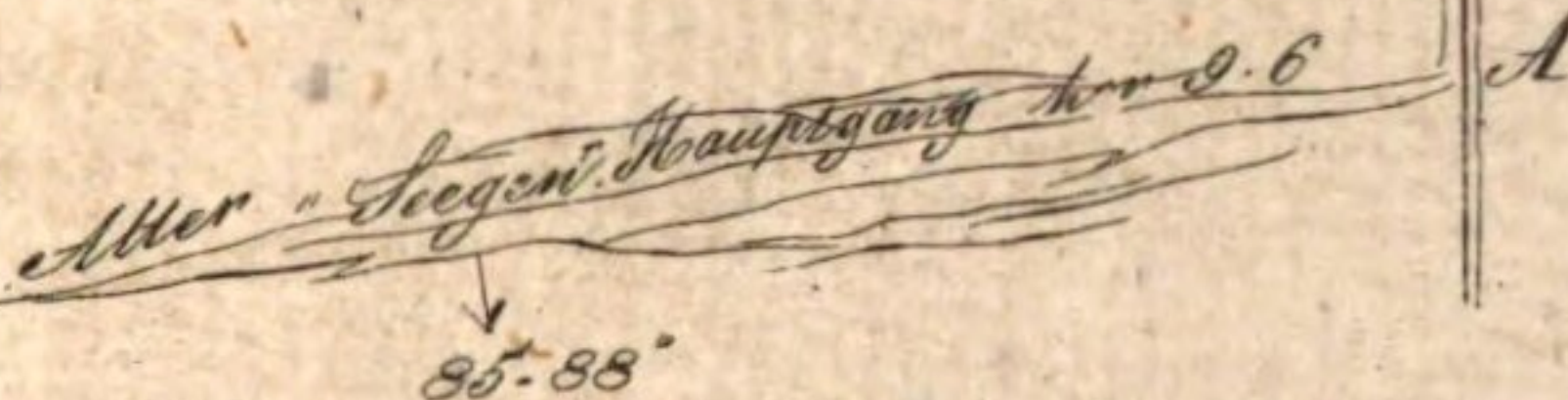
Verhalten des Alten, Seegener
Hauptganges am Schachte auf dem
Raben-Stollen



hor.

Geschichte auf dem Raben Stollen

80°



85-88°

Verhalten des 3ten Alten, Seegener hangenden
Trummes auf der Litten Strecke östlich vom
Querschlag

Fig. 4.

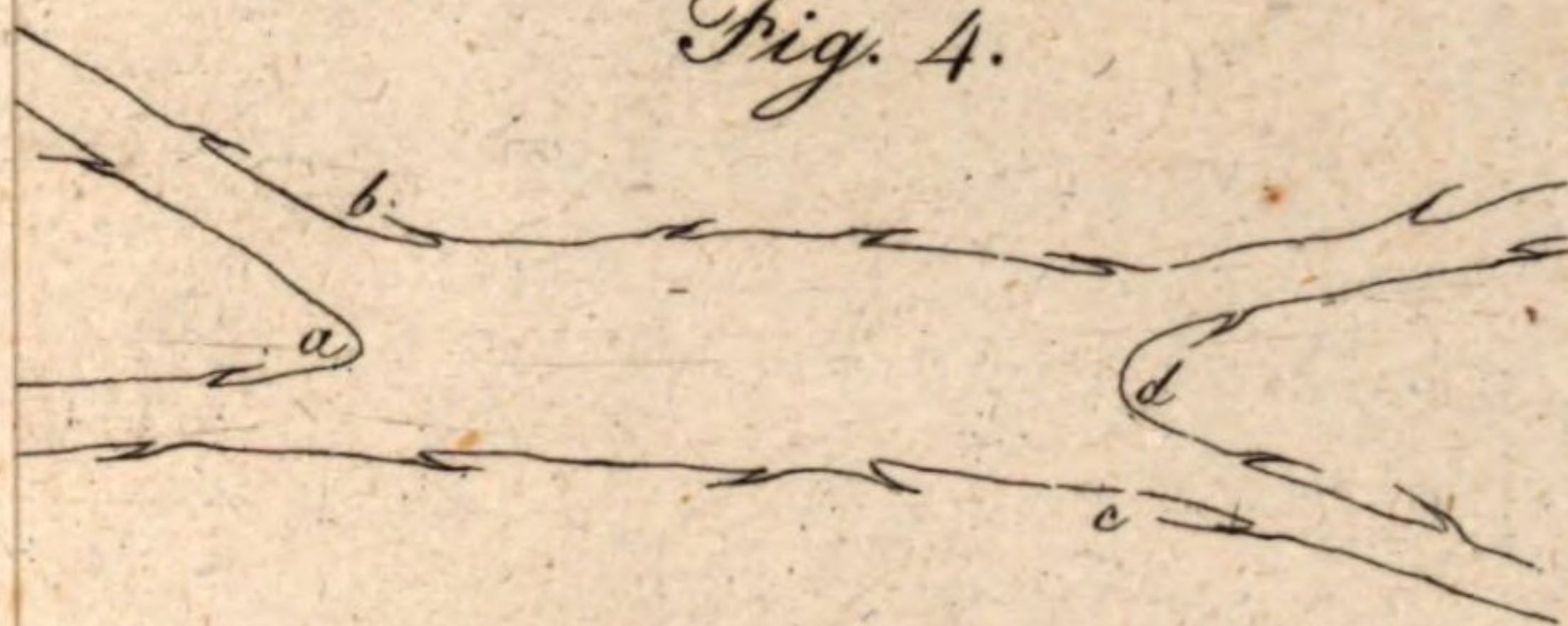


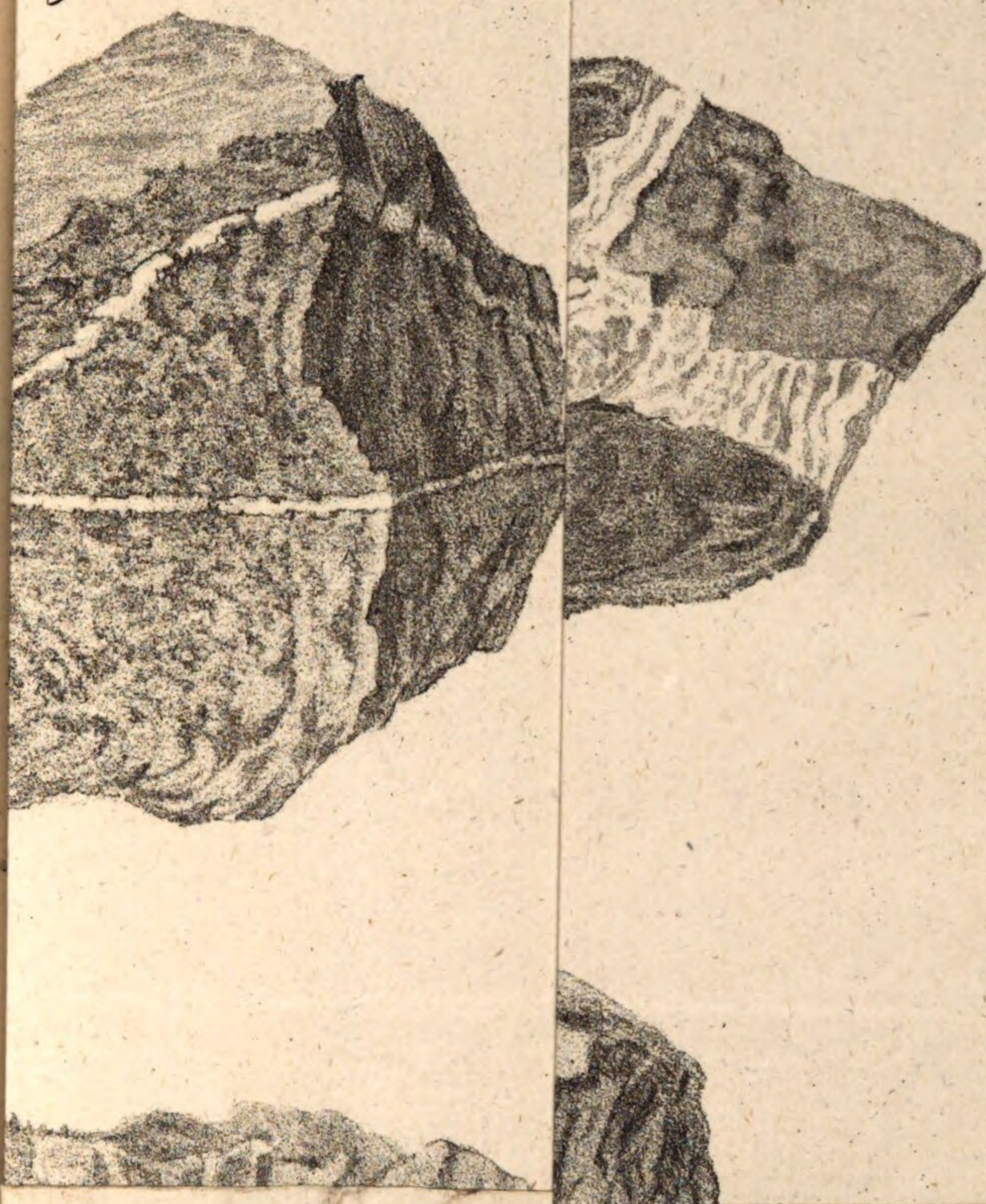
Fig. 5.



9... S. 50 - 55.

Hoffend " Glück st. und H.
" von Kreuz vom Ost. ab.

Fig. 1.



Zimmermann, Christian,

Die Wiederausrichtung verworfener Gänge, Lager und Flötze eine Abhandlung
zur Geognosie und Bergbaukunde, vorzüglich nach am Harze angestellten
Beobachtungen, mit einleitenden und gelegentlichen Bemerkungen über
geognostische Erfahrungen und Hypothesen

Darmstadt [u.a.] 1828

BHS I B 54

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10705575-7